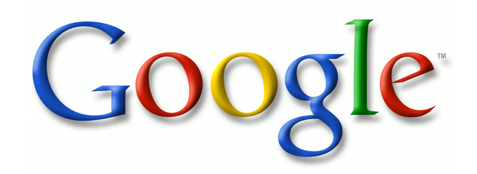
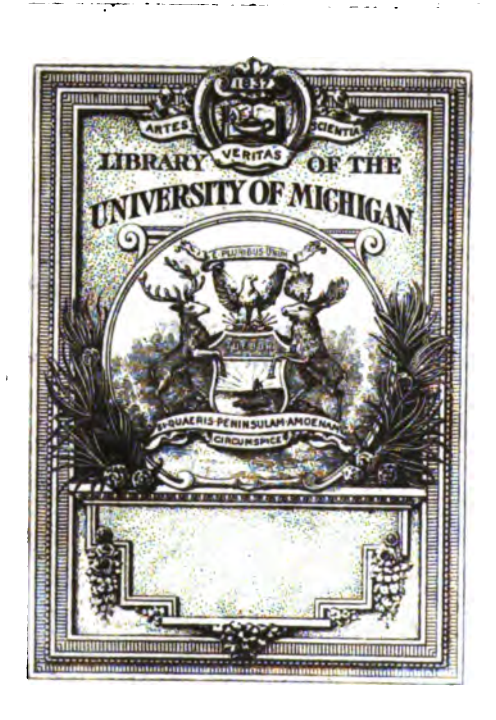
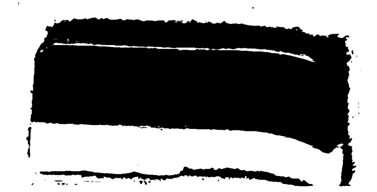


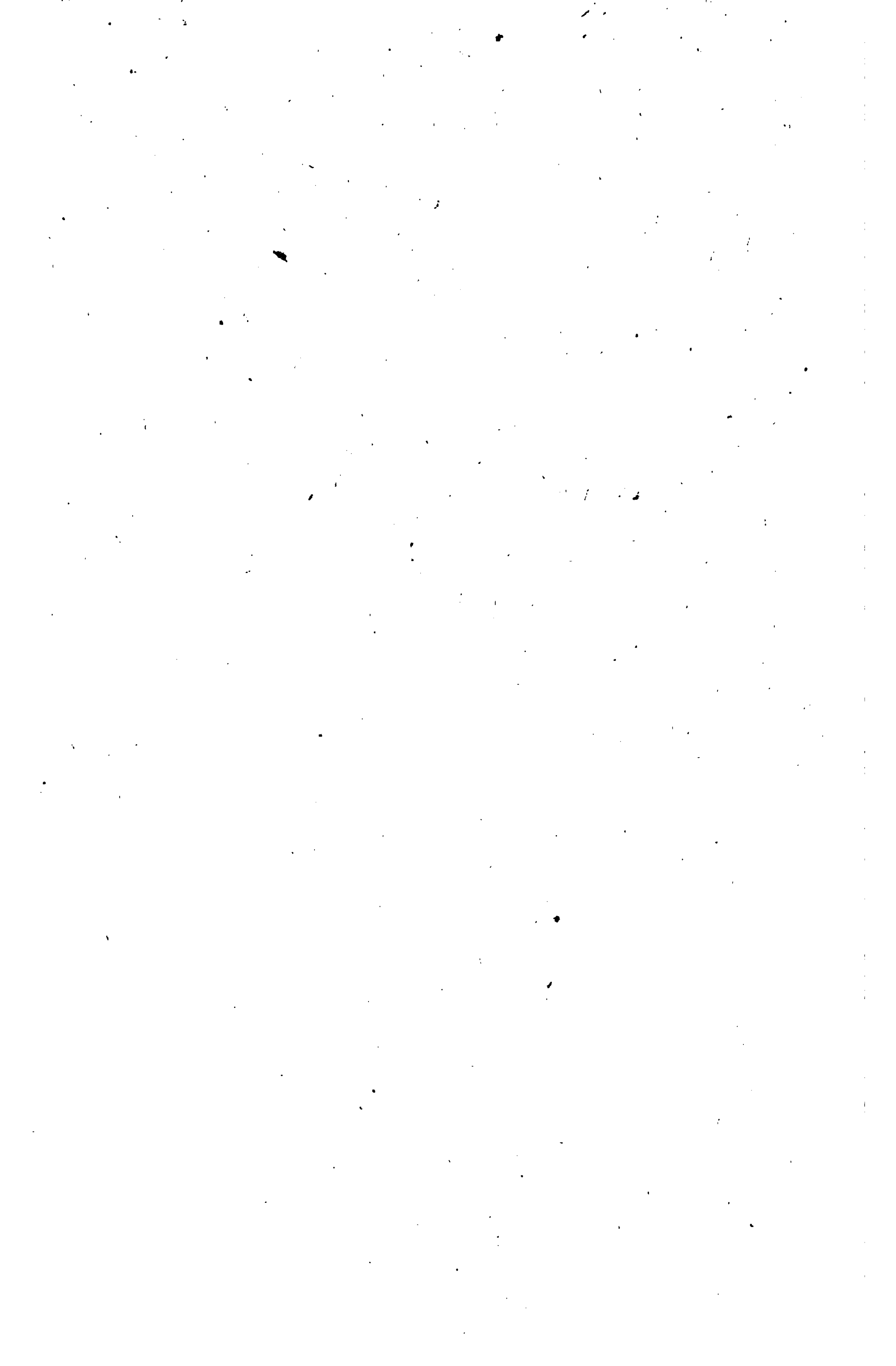

B 476880





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





ALLGEMEINE

UND

CHEMISCHE GEOLOGIE

VON

JUSTUS ROTH.

ERSTER BAND.

BILDUNG UND UMBILDUNG DER MINERALIEN. QUELL-, FLUSS- UND MEERWASSER.
DIE ABSÄTZE.

BERLIN.

VERLAG VON WILHELM HERTZ.
(Bessersche Buchhandlung.)

1879.

VORREDE.

Wer nach Naumann, G. Bischof, Studer, Lyell, Darwin, Elie de Beaumont über allgemeine und chemische Geologie schreibt, wird sehr bald inne, wie viel er vorzugsweise ihren Arbeiten verdankt. Auf ihren Schultern stehend gewinnt er freilich für viele Dinge andere Ansichten als sie, wie aus den Fortschritten der Wissenschaft mit Nothwendigkeit folgt. Aber schwerlich kann Jemand den Anspruch erheben das weitschichtige Material vollständig zu beherrschen: höchstens kann man einen Standpunkt zu erlangen suchen, von welchem aus die Darstellung des für die Wissenschaft sicher Erworbenen mit dem noch nicht vollständig Festgestellten oder durch Induktion Erschlossenen vereinbar erscheint. Je mehr man, nach Elie de Beaumont's Ausdruck, die Geologie als eine im Fluss befindliche Wissenschaft erkennt, desto mehr wird man in jeder Darstellung derselben eine vorübergehende, zunächst individuelle, der Verbesserung fähige und bedürftige Anschauung erkennen. Dennoch hat diese Rücksicht mich nicht von der Ausarbeitung einer allgemeinen und chemischen Geologie abgehalten, da namentlich die seit G. Bischof nicht wieder versuchte Darstellung des chemischen Theils Nutzen zu versprechen scheint, vielleicht zur Herstellung genetisch geordneter Mineraliensammlungen, zu Vorlesungen über chemische Geologie führt, und dem Chemiker das Verständniss der Geologie näher bringt.

Mein Standpunkt für die genetische Behandlung der Mineralien und Gesteine ist weder der ältere, fast ausschliesslich plutonische, noch der fast ausschliesslich neptunische Bischof's. Wie viel nach diesen Richtungen noch zu thun ist, wie weit vom Abschluss entfernt gerade dies Gebiet noch liegt, wird der Leser bald erfahren. Neben den älteren chemischen Formeln, welche in den meisten Handbüchern der Mineralogie sich finden,

sind die neueren angeführt. Von Analysen, namentlich der Umänderungsprodukte der Mineralien, sind nur so viele gegeben, als zum Verständniss nothwendig schien. Auf absolute Vollständigkeit ist auch hier verzichtet. Für die Gesteinsanalysen verweise ich auf meine Zusammenstellungen: Gesteinsanalysen. 1861; Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine 1869; 1873 und 1879.

Der erste Band enthält eine chemische Mineralogie, vorzugsweise der geognostisch wichtigen Mineralien und fasst die Zusammensetzung, Veränderung und Bildung derselben in's Auge. Daran schliesst sich die Darlegung der Beschaffenheit der Lösungen, welche als Quell-, Thermal-, Fluss-, See- und Meerwasser auftreten, und der chemischen oder mechanischen Absätze dieser Lösungen.

Der zweite Band umfasst die Lehre von den Mineralaggregaten, die Lehre von den Gesteinen, die Petrographie, und behandelt die Bildung, Zusammensetzung, Veränderung der Gesteine. Den dritten Band bildet die allgemeine Geologie, welche Kenntniss jener beiden ersten voraussetzt.

Berlin, 1. Februar 1879.

J. Roth.

INHALT.

Atomgewichte.

Aluminium	Al = 27,4	Kalium	K = 39	Silber	Ag = 108
Antimon	Sb = 122	Kobalt	Co = 59	Silicium	Si = 28
Arsen	As = 75	Kohlenstoff	C = 12	Stickstoff	N = 14
Baryum	Ba = 137	Kupfer	Cu = 63,4	Strontium	Sr = 87,56
Beryllium	Be = 9,33	Lanthan	La = 92,5	Tantal	Ta = 182
Blei	Pb = 207	Lithium	Li = 7	Tellur	Te = 128
Bor	B = 11	Magnesium	Mg = 24	Thallium	Tl = 204
Brom	Br = 80	Mangan	Mn = 55	Thorium	Th = 234
Cadmium	Cd = 112	Molybdän	Mo = 92	Titan	Ti = 48
Calcium	Ca = 40	Natrium	Na = 23	Uran	U = 240
Caesium	Cs = 133	Nickel	Ni = 58	Vanadin	V = 51,4
Cerium	Ce = 92	Niob	Nb = 94	Wasserstoff	H = 1
Chlor	Cl = 35,5	Phosphor	P = 31	Wismuth	Bi = 208
Chrom	Cr = 52	Quecksilber	Hg = 200	Wolfram	Wo = 184
Eisen	Fe = 56	Rubidium	Rb = 85,5	Yttrium	Y = 61,7
Fluor	Fl = 19	Sauerstoff	O = 16	Zink	Zn = 65
Gold	Au = 196	Schwefel	S = 32	Zinn	Sn = 118
Jod	J = 127	Selen	Se = 79	Zirkonium	Zr = 90

---

m = Meter
mm = Millimeter
cbm = Kubikmeter
l = Liter

cbcm = Kubikcentimeter
kg = Kilogramm
g = Gramm
mg = Milligramm

sp. G. = specifisches Gewicht
ber. = berechnet
* = aus dem Verlust bestimmt
p. m. = pro mille

Temperaturangaben in Graden C, wenn nicht anders bemerkt.

---

1 Toise = 6 par. Fuss = 1,94904 Meter = 6,2100 rhein. Fuss = 6,3946 engl. Fuss.
1 Faden (fathom) = 6 Fuss.
1000 engl. Fuss = 938,3 par. Fuss = 304,79 Meter.
1 engl. Statute mile = 5280 engl. Fuss = 1609,3 Meter.
1 Seemeile (nautische Meile) = 5712 par. Fuss = 1855,5 Meter.

Abkürzungen in den Citaten.

(Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Reihe, Série.)

Amer. J. = The American Journal of science and arts conducted by Dana and Silliman. Newhaven.

Ann. Ch. Pharm. = Annalen der Chemie und Pharmacie, herausgegeben von Wöhler, Liebig, Kopp.

Ann. Ch. Phys. = Annales de chimie et de physique par Chevreul, Dumas, Boussingault, Regnault, Wurtz. Paris.

Ann. min. = Annales des mines. Paris.

Berl. Akad. Ber. = Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Ber. Münch. Akad. = Sitzungsberichte der bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München.

Ber. Wien. Akad. = Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Wien. Wien.

Bull. géol. = Bulletin de la société géologique de France. Paris.

Boll. geol. d'Italia = R. Comitato geologico d'Italia. Bollettino. Roma.

Compt. rend. = Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences· Paris.

J. chem. soc. = The journal of the chemical society of London. London.

Jhb. Miner. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Stuttgart.

Jahrb. geol. Reichsanst. = Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Wien.

Jahrb. Nassau = Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau. Wiesbaden.

Inst. = L'Institut. Dirigé par Arnoult. Paris.

J. pr. Chem. = Journal für praktische Chemie. Leipzig.

Mém. Acad. St. Pétersb. = Mémoires de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg.

Phil. Mag. = The London, Edinburgh and Dublin philosophical magazine and journal of science. London.

Pogg. Ann. = Annalen der Physik und Chemie herausgegeben von Poggendorff. Leipzig.

Zs. geol. Ges. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.

Einleitung.

Die Darstellung der allgemeinen und chemischen Geologie beginnt mit einer chemischen Mineralogie, vorzugsweise der geognostisch wichtigen Mineralien. Sie fasst die chemische Zusammensetzung, die Veränderungen und die Bildung derselben in's Auge. Daran schliesst sich zweckmässig die Darlegung der Beschaffenheit der Lösungen, welche aus den Mineralien, und der chemischen und mechanischen Absätze, welche aus Lösung und Wasser hervorgehen.

Kapitel I.

Die geognostisch wichtigsten Mineralien.

Allgemeines.

Die Mineralien sind, abgesehen von den aus organischen Körpern entstandenen, vorzugsweise auf drei Wegen gebildet: durch Erstarrung aus Schmelzfluss, durch Abscheidung aus wässriger Lösung, durch Abscheidung aus Gasen und Dämpfen. Die ersteren werden plutonische, die zweiten neptunische Mineralien genannt; die aus Gasen und Dämpfen direkt oder indirekt abgeschiedenen Mineralien mögen, der Kürze halber, sublimirte heissen. Ungleich sparsamer entstehen noch Mineralien durch Einwirkung feurigflüssiger Massen und flüchtiger Körper auf Vorhandenes, die auf diese Art entstehenden Mineralien heissen Contactmineralien. Damit ist jedoch der Kreis für die Bildungsweisen von Mineralien nicht erschöpft.

Nach seiner Entstehung verharrt das Mineral entweder in dem ursprünglichen Zustand, bewahrt seine physikalischen und chemischen Eigenschaften, „ist frisch", oder erleidet von aussen her mehr oder weniger grosse Veränderungen seiner Textur und seiner Substanz. Diese Veränderungen werden bedingt 1. durch die Einwirkung der Atmosphärilien, Wasser und Luft (von deren

Bestandtheilen Sauerstoff und Kohlensäure die zunächst wirksamen sind), 2. durch die in Folge der Einwirkung von Luft und Wasser auf die Mineralien entstehenden Lösungen. Diese Vorgänge werden modificirt durch Lösung der aus organischen Körpern stammenden, hier und da durch erhöhte Temperatur (wie in den heissen Quellen). Der erste Fall — Einwirkungen von Luft und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur — mag einfache Verwitterung, der zweite Fall — Einwirkung von Lösungen bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur — complicirte Verwitterung heissen. Sparsamer als beide ist die durch stärkere, meist dem Erdinnern entstammende Agentien (namentlich Säuren, wie Salzsäure, schweflige Säure u. s. w., oder Dämpfe, wie von Schwefel, Eisenchlorid u. s. w.) bewirkte, oft durch Wasserdampf und erhöhte Temperatur unterstützte Veränderung der Mineralien, die als Zersetzung unterschieden werden mag. Auch die auf diese Weise entstandenen Lösungen üben auf frische, verwitterte und zersetzte Mineralien Einwirkung aus. Endlich bringen noch erhöhte Temperatur und Licht Veränderungen der Mineralien hervor.

Durch alle die genannten Wege bedingt ergibt sich, vom frischen Mineral ausgehend, eine Reihe, welche mit dem angewitterten (wenig verwitterten) beginnend zum verwitterten und zersetzten Mineral führt. Durch alle diese Prozesse wird die Bildung von Mineralien veranlasst, die man als sekundäre bezeichnen kann. Sie sind Abkömmlinge aus anderen Mineralien, deren Präexistenz die Neubildung jener bedingt. Für einen Theil der sekundären Mineralien ist diese Ableitung niemals zweifelhaft, für einen anderen Theil schwieriger, weil sekundäre Mineralien, besonders die in Wasser und Kohlensäure löslichen, demnach in Lösung von Ort zu Ort bewegten und aus Lösung wieder abgesetzten, genau die Eigenschaften des gleichnamigen primären Minerals zeigen können. Da ferner zahlreiche Mineralien auf mehr als Eine Weise zu entstehen vermögen, wofern die angeführten verschiedenartigen Prozesse zur Bildung desselben Minerals führen, so ist ein Schluss auf die Art der Entstehung nur aus dem Vorkommen und dem geognostischen Verhalten zu ziehen und zwar unter Zuziehung aller physikalischen und chemischen Cautelen. Diese Betrachtungen gewinnen Bedeutung in der Gesteinslehre (Petrographie), da dasselbe Mineral auf verschiedenen Wegen gebildet in den verschiedenen Gesteinen wiederkehrt. Für die demnächst zu erörternde chemische Beschaffenheit und die Veränderungen der Mineralien sind sie von geringem Einfluss.

Die bei weitem grösste Zahl der Mineralien ist krystallinisch, höchstens dicht; man nimmt wahr, dass sie durch Krystallisation entstanden sind. Die wenigen amorphen Mineralien gehören fast alle[1]) zu den veränderten oder sekundären Mineralien, sie sind ableitbar aus krystallinischen. Da viele sekundäre Mineralien der Krystallisation fähig sind, so erlaubt der krystallinische Zustand eines Minerals keinen Schluss auf seine primäre oder sekundäre Entstehung.

[1]) Aus wässriger Lösung können sich amorphe Mineralien niederschlagen (Opal, Eisenoxydhydrate u. s. w.). Plutonische Mineralien sind nur durch spätere Veränderung oder Neuschmelzung amorph. Obsidian und ähnliche Gebilde gehören nicht zu den Mineralien, sondern zu den Gesteinen.

Die vorherrschenden Mineralien.

Die Hauptmasse der festen Erdrinde wird von nur wenigen Mineralien und deren Abkömmlingen gebildet. Die übrigen Mineralien kommen so sparsam vor, dass sie mit jenen in Bezug auf Menge und Häufigkeit keinen Vergleich aushalten. Der geringen Zahl der vorherrschenden, die Gesteine bildenden Mineralien entspricht die geringe Zahl der Elemente, welche an ihrer Zusammensetzung Theil nehmen. Als Mineralien treten die Elemente nur sparsam auf: gediegene Metalle und Mischungen derselben, Schwefel, Kohlenstoff als Graphit und Diamant. Vorzugsweise kommen Sauerstoffverbindungen (Oxyde) in Betracht; von den übrigen binären Verbindungen gewinnen Eisenkies ($Fe S^2$), Steinsalz ($Na Cl$), Flussspath ($Ca Fl^2$) einige Bedeutung. Von den Oxyden, die zum geringsten Theil als solche, meist in zusammengesetzten Verbindungen vorkommen, sind die häufigsten:

Kieselsäure ($Si O^2$), Kohlensäure ($C O^2$), Schwefelsäure ($S O^3$), Wasser ($H^2 O$);
Kali (K^2O), Natron (Na^2O), Kalk (CaO), Magnesia (MgO), Eisenoxydul (FeO);
Eisenoxyd (Fe^2O^3), Thonerde (Al^2O^3).

Sparsamer sind:

Titansäure (TiO^2), Phosphorsäure (P^2O^5), Borsäure (B^2O^3);
Manganoxydul (MnO), Baryt (BaO), Strontian (SrO), Lithion[1] (Li^2O), Nickel- und Chromoxydul (NiO u. CrO);
Manganoxyd (Mn^2O^3), Chromoxyd (Cr^2O^3).

Ausserdem treten combinirt mit Oxyden Chlor-, Fluor- und Schwefelverbindungen auf.

Die Mineralien sind, abgesehen von der gegenseitigen Vertretung isomorpher Verbindungen, fast nie chemisch rein; eine Folge der Art ihrer Entstehung, da die feurigflüssigen und wässrigen Lösungen, aus denen sich bei weitem die Mehrzahl abschied, meist sehr zusammengesetzter Natur und in sekundären Mineralien oft Reste der primären vorhanden sind. Die Mineralien enthalten oft fremdartige, häufig nur mikroskopische Krystalle (Mikrolithe) und Flüssigkeitseinschlüsse, die plutonischen Mineralien nicht selten Gesteinsmasse (glasig oder entglast). Die kleinen Mengen fremder, zur Constitution nicht wesentlicher Substanz werden oft von Einfluss auf die Färbung des Minerals und seiner Verwitterungsprodukte. Abweichende Färbung bedingen namentlich Oxyde des Eisens, Mangans, Kupfers, Chroms, Nickels und deren Combinationen, endlich organische Substanz.

Unter den vorherrschenden Mineralien nehmen nach Bedeutung und Zahl die erste Stelle ein Quarz und Silikate, die zweite Karbonate, die dritte Sulfate. Neben Steinsalz ($Cl Na$) sind etwa von Erzen — Metalloxyden und Schwefelmetallen — zu nennen: Eisenglanz ($Fe^2 O^3$), Magneteisen ($Fe^3 O^4$), Titaneisen (meist $Fe O Ti O^2 + n Fe^2 O^3$) und Eisenkies ($Fe S^2$).

[1]) Lithium, Rubidium und Caesium finden sich oft in so geringer Menge, dass sie nur durch Spektralanalyse nachzuweisen sind.

Silikate, welche nur Aluminium oder Eisen als Sesquioxyd enthalten, sind sparsam; reichlicher die, welche ausser Si noch zweiwerthige Elemente ($\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn), Monoxyde, führen. Am häufigsten kommen die Silikate vor, welche neben Si, Al und $\overset{VI}{Fe}$ noch ein- und zweiwerthige Elemente enthalten, $\overset{I}{K}$, $\overset{I}{Na}$, $\overset{I}{Li}$, $\overset{I}{H}$; $\overset{II}{Ca}$, $\overset{II}{Mg}$, $\overset{II}{Fe}$, $\overset{II}{Mn}$. Zu den nur Monoxyde enthaltenden, also thonerde- und eisenoxydfreien Silikaten gehören Olivin, Enstatit, Hypersthen, ein Theil der Hornblenden und Augite; ferner Diallag, Talk, Speckstein, Serpentin. Zu den Monoxyde und Sesquioxyde (vorzugsweise Thonerde und Eisenoxyd) enthaltenden Silikaten zählen:

die Feldspäthe, Glimmer, Augite, Hornblenden;

Leucit, Nephelin, die Sodalithgruppe;

Epidot, Granat, Cordierit, Turmalin, Melilith, Chlorit.

Als Anhang sind der ersten Gruppe zugefügt: Zirkon und Titanit.

Unter den Karbonaten ($\overset{II}{R}\,C\,O^3 = \overset{II}{R}\,O\,C\,O^2$) nimmt Kalkkarbonat die erste, Dolomit (Bitterspath, $m\,Ca\,O\,C\,O^2 + n\,Mg\,O\,C\,O^2$) und dolomitischer Kalk (Gemenge von m Kalk mit n Dolomit) die zweite Stelle ein neben den Ankeriten (der Gruppe aus den isomorphen Karbonaten von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul), dem Eisenspath ($Fe\,O\,C\,O^2$), Aragonit (rhombischem Kalkkarbonat), Witherit ($Ba\,O\,C\,O^2$), Strontianit ($Sr\,O\,C\,O^2$), Talkspath ($Mg\,O\,C\,O^2$) und Manganspath ($Mn\,O\,C\,O^2$).

Unter den Sulfaten ($R\,S\,O^4$) treten hervor Anhydrit ($Ca\,O\,S\,O^3$) und Gyps ($Ca\,O\,S\,O^3 + 2\,aq$), neben denen etwa noch Schwerspath ($Ba\,O\,S\,O^3$) und Coelestin ($Sr\,O\,S\,O^3$) zu nennen sind.

Von Chlor- und Fluorverbindungen sind Steinsalz und Flussspath ($Ca\,Fl^2$) zu erwähnen, denen Apatit angereiht ist. Apatit =

$$Ca^5P^3O^{12}Fl \pm Ca^5P^3O^{12}Cl = (9\,CaO + 3\,P^2O^5 + Fl^2Ca) \pm (9\,CaO + 3\,P^2O^5 + Cl^2Ca)$$

Kapitel II.

Die chemische Zusammensetzung der vorherrschenden Mineralien.

I. Quarz, Tridymit, Opal.

Man kennt Kieselsäure[1]) mit 3 verschiedenen specifischen Gewichten: $2,_{65}$; $2,_{312}$; $2,_{2}$. Die erste Modifikation bildet den verbreiteten krystallisirten und dichten Quarz; die zweite, sehr viel sparsamere den krystallisirten Tridymit;

[1]) Asmanit, rhombisch krystallisirte Kieselsäure mit sp. G. $2,_{245}$ bis $2,_{247}$, H = $5,_{5}$, von Story Maskelyne im Breitenbach-Meteoriten aufgefunden, tritt als terrestrisches Mineral nicht auf.

die dritte die stets amorphe Kieselsäure, wie sie wasserhaltig als Hyalit und Opal auftritt, wie man die Kieselsäure durch Zerlegung der Silikate auf nassem Wege und des Fluorkiesels mit Wasser erhält, wie sie sich bei Hochofenprozessen verflüchtigt, wie sie in organischen Gebilden (Kieselpanzern der Infusorien u. s. w.) vorkommt. Dasselbe Gewicht $2,_2$ zeigt geschmolzener Quarz, den man auf feurigflüssigem Wege künstlich krystallisirt nur aus entglastem Glas kennt,[1]) während er auf nassem Wege vielfach (auch durch Ueberleiten von Chlorsiliciumdampf über Basen in Rothglühhitze) krystallisirt dargestellt ist.

Tridymit (triklin, meist in Zwillingen, H. = 7), zuerst als sublimirtes Mineral, oft neben Quarz, in jüngeren, später auch in älteren Eruptivgesteinen, von Vrba[2]) und Sandberger[3]) in Quarz als Einschluss aufgefunden, bildet nach Zirkel auch einen mikroskopischen Gemengtheil mancher Gesteine, namentlich der Trachytgruppe. Nach G. Rose[4]) entsteht er auch beim Schmelzen von Silikaten oder amorpher Kieselsäure mit Phosphorsalz, Borax, Natronkarbonat; ebenfalls durch starkes Glühen rhomboedrischer oder amorpher Kieselsäure, wobei jedoch der Quarz gepulvert oder in kleine Stücke zertheilt angewendet werden muss. Opal und Kascholong ist oft ganz erfüllt mit mikroskopischen Krystallen, welche nach dem Behandeln mit Kalilauge zurückbleiben. Sie sind nach G. Rose Tridymit, nach Behrens[5]) Quarz. Auch Quarz der Einschlüsse in Eruptivgesteinen findet sich mit Tridymitkrusten.

Die dichten Varietäten des Quarzes, wie Chalcedon, Feuerstein, Hornstein, Jaspis, in denen oft fremde Beimengungen sich finden, geben nach Rammelsberg an kochende concentrirte Kalilauge bis 90 pCt. ab. Nach dem specifischen Gewichte dieser Mineralien, welches das des Quarzes erreicht oder sich ihm sehr nähert, kann Gegenwart amorpher Kieselsäure von $2,_2$ sp. G. nicht die Ursache sein. Nach Jenzsch[6]) giebt es aber eine amorphe, vollständig in kochender concentrirter Kalilauge lösliche, zunächst an verwittertem brasilischem Chalcedon, aber auch an anderen Fundorten beobachtete Kieselsäure von $2,_{591}$ bis $2,_{647}$ sp. G., also nahe dem des Quarzes. Amorphe, matte, schneeweisse Kieselsäure von $2,_{68}$ sp. G. (Härte $2,_5$) fand F. Sandberger[7]) auch als Umwandlungsprodukt von Quarz in Olomuczan, Mähren. Die Gegenwart dieser Kieselsäure würde die Löslichkeit der obengenannten Mineralien in Kalilauge erklären, an welche aber auch nach Rammelsberg[8]) Quarz bis $7,_{75}$ pCt. abgiebt. Die Löslichkeit in Kalilauge ist also nicht bezeichnend für amorphe Kieselsäure, ebenso wenig die Löslichkeit in kochender Lösung von Natronkarbonat. Maskelyne[9]) fand, als er eine Lösung von 10 pCt. Natronkarbonat

[1]) Benrath, Jahrb. Miner. 1872. 229. Es waren kleine säulenförmige Krystalle in Kalknatronglas; gleichzeitig hatte sich ein Feldspath ausgeschieden. Später ist dieses Vorkommen bezweifelt worden. — [2]) Jahrb. Miner. 1873. 190. — [3]) Jahrb. Miner. 1878. 47. Umgibt Opal. — [4]) Nach Maschke scheidet sich aus überhitzten wässrigen Lösungen unter 180° die Kieselsäure als Tridymit, über 180° als Quarz und amorphes Kieselsäurehydrat ab. Pogg. Ann. 145. 549 u. 146. 90. 1872. — [5]) Ber. Wien. Akad. I. 64. 555. 1871. Ausserdem kommen im Opal kleine, langgestreckte, optisch negative Krystalle des quadratischen Systems vor. — [6]) Pogg. Ann. 126. 497. 1865. — [7]) Jahrb. Miner. 1870. 588. u. 1867. 834. cf. Reuss in Blum Pseudom. III. 54. Siehe Paramorphosen. — [8]) Pogg. Ann. 112. 177. 1861. — [9]) Nature. Vol. 6. No. 134. 72. 1872.

10 Stunden lang bei 100 ° C. auf Quarz einwirken liess, von Quarz $7,_{848}$ pCt., von Asmanit $9,_{437}$ pCt. gelöst; amorphe Kieselsäure löst sich schneller und reichlicher. Nach G. Rose ist künstlich dargestellter Tridymit in Lösungen von Kalihydrat und in concentrirter Lösung von Natronkarbonat nicht völlig unauflöslich.

H. Rose, Verschiedene Zustände der Kieselsäure. Pogg. Ann. 108. 1. 1859.
Tridymit: vom Rath. Monatsber. Berl. Akad. 1868. 200, u. Sitzungsber. niederrh. Ges. in Bonn. 7. Mai 1868.
„ „ Pogg. Ann. 135. 437. 1868.
G. Rose, Monatsber. Berl. Akad. 1869. 450.

2. Silikate.

Die meisten Silikate, Atomcomplexe von Silicium, Metall und Sauerstoff ($Si\,O^2$, $R\,O$, $\ddot{\text{R}}$), enthalten isomorphe Mischungen von zwei oder mehreren gleichwerthigen Metallen. Die einzelnen Silikate heissen die Grundverbindungen, welche ungemischt nur selten auftreten. Silikate von zwei (oder mehreren) ungleichwerthigen Metallen nennt man Doppelsilikate. Vorzugsweise wendete man früher diese Bezeichnung auf die Silikate an, in welchen man Silikate von Monoxyden ($R\,O + x\,Si\,O^2$) neben denen von Sesquioxyden ($\ddot{\text{R}} + x\,Si\,O^2$) annahm, also auf Silikate, welche nach jetziger Anschauung zwei oder mehr ungleichwerthige Metalle enthalten, vorzugsweise

$$\left.\begin{matrix}\overset{I}{K}\\ Na\\ Li\\ H\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}\overset{II}{Ca}\\ Mg\\ Fe\\ Mn\\ Ba\end{matrix}\right\} + \overset{VI}{R}\,.\,\overset{VI}{R} = Al,\ \text{Fe},\ \text{Cr}.$$

Die hier aufgeführten Silikate sind z. Th. noch verbunden mit Chloriden, Sulfaten, Titan-, Fluor- und Borverbindungen.

s. Rammelsberg, Zs. geol. Ges. 21. 106. 1869.

a. Die thonerdefreien Silikate.

Hierher gehören — abgesehen von den veränderten Mineralien Diallag, Talk, Speckstein, Serpentin, ferner von Zirkon und Titanit — zwei Gruppen.

die Olivingruppe $\overset{II}{R}{}^2\,Si\,O^4 = 2\,R\,O + Si\,O^2$ und

die Augitgruppe $\overset{II}{R}\,Si\,O^3 = R\,O + Si\,O^2$.

Beide enthalten schematisch alkalifreie[1]) Mineralien, in denen $\overset{II}{R}$ aus Mg, Fe, Mn und für einen Theil der Gruppe $\overset{II}{R}\,Si\,O^3$ noch aus Ca besteht.

An Bedeutung und Zahl stehen die thonerdefreien Silikate den thonerdehaltigen bei weitem nach.

Olivin (Peridot).

Die Olivingruppe $\overset{II}{R}{}^2\,Si\,O^4 = 2\,R\,O + Si\,O^2$ enthält isomorphe Halbsilikate, in denen $\overset{II}{R}$ vorzugsweise Mg und Fe, untergeordnet Mn, selten Zn und Ca ist.

[1]) Vergl. S. 10.

In der gewöhnlichen Abänderung Olivin treten neben der überwiegenden Grundmischung $Mg^2 Si O^4$ noch $Fe^2 Si O^4$ und in geringer Menge $Mn^2 Si O^4$ auf. Da $2 Mg O + Si O^2$ enthält 57,14 pCt. $Mg O$ + 42,86 pCt. $Si O^2$ und
$2 Fe O + Si O^2$ 70,59 pCt. $Fe O$ + 29,41 pCt. $Si O^2$,
so wechselt in dem schematisch kalkfreien Magnesia-Eisenoxydul-Halbsilikat der Gehalt an Magnesia und Eisenoxydul. In den Grenzen $2 Mg^2 Si O^4 + Fe^2 Si O^4$ (Hyalosiderit) bis $12 Mg^2 Si O^4 + Fe^2 Si O^4$ beträgt $Fe O$ 29,74 pCt. bis 7,64 pCt. Daneben finden sich in geringer Menge oder fehlen ganz: $Mn O$ (Max. 2,27 pCt., Fogo), Kalk (Max. 5,12 pCt., Fogo[1]), $Ni O$, $Co O$, Chrom, Kupfer, Zinn, Thonerde, Fluor. Ein Theil dieser Substanzen gehört fremden Einmengungen an.

Die übrigen Abänderungen der Olivingruppe kommen viel sparsamer vor. Der fast eisenfreie Forsterit ($Mg^2 Si O^4$) findet sich in Vesuvauswürflingen, Dolomit und Serpentin. Hortonolith von Monroe, Orange Co., New-York ($2 Mg^2 Si O^4 + 3 Fe^2 Si O^4$) führt durch den Olivin des Eulysites von Tunaberg ($18 Fe O + 3 Mn O + 2 Mg O + Ca O + 12 Si O^2$) zu dem eisenreichen, fast magnesiafreien, manganhaltigen Fayalit[2] ($Fe^2 Si O^4$). Endlich kommt als Knebelit $Fe^2 Si O^4 + Mn^2 Si O^4$ vor und als Tephroit $Mn^2 Si O^4$, in welchem sich auch $Fe O$, $Mg O$, $Ca O$ findet. Das bis auf 11,6 pCt. steigende Zinkoxyd rührt nach Brush von eingemengtem Rothzinkerz her; Mixter[3]) fand im Tephroit der Grube Mine Hill, New-Jersey, ausserdem blassgrünen Willemit eingemengt. Der dunkelgrüne Röpperit von Stirling Hill, Sussex Co., New-Jersey, enthält nach Röpper's[4]) Analyse $16 Fe O + 8 Mn O + 7 Mg O + 5 Zn O + 18 Si O^2$.

Der kalkreiche Monticellit ($Mg^2 Si O^4 + Ca^2 Si O^4$, sp. G. 3,119 bis 4,245) mit etwas Eisenoxydul ist auf umgeänderte Sedimentkalke beschränkt.

In braunrothem Titanolivin aus dem Talkschiefer von Pfunders fand Damour bis 5,80 pCt. $Ti O^2$ und 1,75 pCt. Wasser.[5]) Vielleicht war Titaneisen eingemengt und der Olivin nicht mehr frisch.

Die Analysen des Olivins aus Basalt des Unkeler Steinbruchs von Jung entsprechen nicht der Olivinformel, wahrscheinlich lag ein Gemenge vor, wohl Olivin und Broncit.[6])

Olivin wird von Säuren zersetzt, je eisenreicher, um so leichter. Die Kieselsäure scheidet sich pulverig oder auch gallertartig aus.

Als Lechartier 4 gr Kieselsäure, 8 gr Magnesia und 100 gr Chlorcalcium schmelzte, erhielt er kalkfreie Olivinkrystalle,[7]) bestehend aus 42,5 pCt. $Si O^2$ und 57,8 pCt. $Mg O$. Durch Erhitzen von $Si O^2$, $Mg O$ und $K^2 O Co^2$ erhielt Ebelmen[8]) eine glasige Masse mit farblosen Olivinkrystallen von $Mg^2 Si O^4$.

[1]) O von $R O : Si O^2$ = 19,64 : 21,43. Gehört der Kalk einer Einmengung an? — [2]) Fayalit von Fayal enthält nach Fischer Magneteisen beigemengt. — [3]) Amer. J. (2) 46. 231. 1868. — [4]) ib. (2) 50. 35. 1870. — [5]) Ann. min. (5) 8. 90. 1855. — [6]) Jahrb. Miner. 1863. 831. O von $R O : \dddot{R} : Si O^2$. in I = 16,12 : 1,86 : 25,24, in II 16,93 : — : 27,25. Kalk wird nicht angegeben. — [7]) Compt. rend. 67. 44. 1868. — [8]) Jahresber. Chem. f. 1851. 13.

Augitgruppe.

Enstatit, Broncit, Hypersthen, Augit, Hornblende.

Die obengenannten Mineralien gehören der Gruppe normaler Silikate $R\,Si\,O^3 = R\,O\,Si\,O^2$ an, in welchen die isomorphen Glieder

$$\overset{I}{R}^2 Si\,O^3,\ \overset{I}{R} = Na,\ Li,\ K,$$
$$\overset{II}{R}\ Si\,O^3,\ \overset{II}{R} = Ca,\ Mg,\ Fe,\ Mn,\ Zn,$$
$$\overset{VI}{R}\,Si^3 O^9,\ \overset{VI}{R} = \ddot{Al},\ \ddot{Fe}$$

auftreten.

Von der trimorphen Reihe, der rhombisch, monoklin und triklin krystallisirten, tritt die letztere (Rhodonit, Babingtonit) als gesteinsbildendes Element nirgend auf; von der rhombischen sind Enstatit, Broncit, Hypersthen, von der monoklinen Augite und Hornblenden gesteinsbildende Elemente. Diese Mineralien sind dadurch ausgezeichnet, dass sie ohne Aenderung der Krystallform $^1/_n\,\overset{VI}{R}$ ($\ddot{Al}$ und $\ddot{Fe}$) aufnehmen und von thonerdefreien (resp. eisenoxydfreien) durch thonerde- (resp. eisenoxyd-) arme in thonerde- (resp. eisenoxyd-) reiche Abänderungen verlaufen, welche nicht selten neben einander vorkommen. Für Broncit und Hypersthen (und Diallag) ist hier diese Abgrenzung nicht betont, wohl dagegen für Augit und Hornblende.

Die alkalihaltigen Mineralien dieser Gruppe treten als gesteinsbildend nicht auf.

Enstatit, Broncit, Hypersthen.

Chemisch bilden diese 3 Mineralien eine Reihe, von dem fast eisenfreien Enstatit ($Mg\,O\,Si\,O^2$) bis zum eisenreichen Hypersthen ($3\,Mg\,O + 2\,Fe\,O + 5\,Si\,O^2$, Maximum von Fe O $33{,}92$ pCt.), so dass Broncit und Hypersthen chemisch in einander übergehen. Schematisch sind sie kalkfreie Verbindungen (Max. des Kalkes $3{,}55$ pCt.), Manganoxydul ist häufig (Max. $3{,}30$ pCt.). Thonerde (Max. $10{,}47$ pCt.), Eisenoxyd (Max. $3{,}94$ pCt.), geringe Mengen Chromoxyd sind in Broncit und Hypersthen beobachtet.[1])

Schematisch besteht Enstatit $Mg\,O\,Si\,O^2$ aus 60 pCt. $Si\,O^2$ + 40 pCt. Mg O; die auf der Hauptspaltungsfläche metallähnlichen Perlmutterglanz zeigenden Varietäten heissen gewöhnlich Broncit. Dieser Glanz wird nicht durch höheren Eisenoxydulgehalt bedingt, wie die Analysen zeigen. Farsky[2]) fand in Bronciten aus Olivinknollen des Basalts vom Kosakow I, II, III, IV. Breidenbaugh[3]) im Enstatit der Tilly-Fosterminen, Putnam Co., New-York, V. Weitere Analysen vergl. bei Verwitterung des Enstatits.

[1]) Ob $0{,}46$ pCt. $Ti\,O^2$, von Kosmann im Hypersthen der Paulsinsel gefunden, Einschlüssen von Brookit angehören? J. Miner. 1871. 501. — [2]) Boricky, Untersuchung d. böhmischen Basalte, 1873. 15 u. Verh. geol. Reichsanstalt 1876. 206. — [3]) Silliman, Amer. J. (3) 6. 211. 1873.

	I	II	III	IV	V
	Sp. G. 3,08—3,14				Sp. G. 3,29
SiO^2	56,23	55,84	53,29	54,01	54,17
$\ddot{A}l$	2,62	2,71	2,77	2,52	3,30
$\ddot{G}r$	0,84	0,40	Spur	Spur	—
Mn O	0,23	0,25	Spur	Spur	0,24
Fe O	6,67	6,55	15,48	15,27	9,94
Mg O	32,37	32,58	27,01	27,75	31,99
Ca O	0,96	1,07	1,19	0,74	0,99
Wasser	0,98	0,93	0,35	0,12	0,18
	100,35	100,38	100,04	100,41	Na^2O 0,32
					K^2O 0,16
					101,24

Hypersthen tritt sparsamer auf als Broncit.

Analysen in Rammelsberg, Handb. Mineralchem. 1875. 384.
Roth, Abh. Berl. Akad. d. Wissensch. 1869. 337.

Augit und Hornblende.

Gegenüber den schematisch kalkfreien Mineralien Enstatit, Broncit und Hypersthen sind die hierher gehörigen Augite und Hornblenden reich an Kalk; $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn.

Zu den Hornblenden gehören der eisenarme, fast nur in Kalken und Dolomiten auftretende Tremolit und der eisenreichere Strahlstein.

Im Tremolit (2,5—3,6 Mg O : 1 Ca) ist als das Maximum des oft ganz fehlenden Eisen- (Mangan-) Oxyduls 3 pCt. beobachtet. Ausserdem finden sich kleine Mengen Thonerde (Max. 1,77 pCt.) und Fluor.

3 Mg O Si O² + Ca O Si O² = 57,69 pCt. Si O²; 28,85 pCt. Mg O; 13,46 pCt. Ca O.

Im Strahlstein steigt Eisenoxydul bis auf 8 pCt.; Mg O (Fe O) : Ca O = 2,5—3,6 : 1. Kleine Mengen Mn O, $\ddot{A}l$, $\dddot{F}e$, Fl, Alkali sind beobachtet.

5 MgO + Fe + 2 Ca + 8 SiO² = 55,56 SiO²; 23,15 MgO; 12,96 CaO; 8,33 pCt. FeO.

An Eisen und Kalk so reiche Abänderungen wie bei den thonerdefreien Augiten kommen bei den thonerdefreien Hornblenden nicht vor.

Zu den Augiten gehören (ausser Wollastonit Ca O Si O²) der Diopsid (Ca O Si O² + Mg O Si O²) und der Hedenbergit (Kalkeisenaugit Ca O Si O² + Fe O Si O²). Im Diopsid fehlen Fe O und Mn O fast ganz, nehmen dagegen im Kalkeisenaugit so zu, dass Mg O ganz oder fast ganz (bis auf 3 pCt.) zurücktritt. Dazwischen liegen die übrigen Abänderungen. Oder man legt das Verhältniss von Ca : Mg, Fe, Mn zu Grunde und hat dann Ca O Si O² : (Mg O, Mn O, Fe O) Si O² = 1 : 1 oder 1 : 2.

In den Augiten und Hornblenden fehlt der Kalkgehalt nie, während der Gehalt an Mg O und Fe O in weiten Grenzen schwankt. Das Maximum von Mn O[1]) fand Igelström im „Asteroit“ von Nordmark (4,12 pCt.), Thonerde (Max. 2,88 pCt.) und geringe Mengen von Alkalien sind beobachtet.[2])

[1]) Derber, mit Rhodonit vorkommender Schefferit von Langbanshytta enthält nach Michaelson 10,46 pCt. Mn O, etwa 3 Mn O (Fe O) + 5 Mg O + 6 Ca O + 14 Si O², chemisch dem Hedenbergit von Champlainsee (5 Fe O + 3 Mg O + 6 Ca O) parallel. — [2]) Iwanow

Aus $CaO\,SiO^2 + MgO\,SiO^2 = 25{,}_{92}$ pCt. CaO; $18{,}_{52}$ MgO; $55{,}_{56}$ SiO^2;
und $CaO\,SiO^2 + FeO\,SiO^2 = 22{,}_{58}$ CaO; $29{,}_{03}$ FeO; $48{,}_{39}$ SiO^2
ergeben sich, abgesehen von MnO, die Schwankungsweiten der Analysen, in denen $CaO : \frac{MgO}{FeO} = 1 : 1$ ist. Im Augit aus Simonsby Kalkbruch, Pargas, $8\,CaO + 15\,MgO + 1\,FeO + 24\,SiO^2$ findet sich das Minimum des Kalkes ($15{,}_{70}$ pCt.).

Diallag.

Chemisch gehört zur Augitgruppe ($Ca\,Mg\,Fe\,Mn\,Si\,O^3$) noch der graue, braune, grüne, schwarze, monokline Diallag. Vom Augit unterscheidet ihn die leichte Theilbarkeit parallel der Abstumpfung der scharfen Säulenkante; die Lamellen entsprechen einer schaligen Zusammensetzung. Schwarze Varietäten wurden früher oft für Hypersthen gehalten.

Man kennt bei Diallag einen von fast 0 bis gegen $8{,}_{43}$ pCt. (Nasser Weg bei Mägdesprung nach Schilling) [1]) steigenden Gehalt an Thonerde; Manganoxydul, Eisen- und Chromoxyd, Alkalien und Titansäure sind in geringen Mengen beobachtet.

Kalk, Magnesia, Eisenoxydul sind stets vorhanden; fast nie gewinnt jedoch, was beim Hedenbergit vorkommt, Eisenoxydul atomistisch und procentisch die Ueberhand über Magnesia und fast nie erreicht die Zahl der Kalkatome die von Magnesia-Eisenoxydul. Das bei dem Augit herrschende Verhältniss $1\,CaO + 1\,MgO\,FeO$ kommt fast nie vor.

Als Maximum des Eisenoxyduls fand vom Rath, [2]) le Prese, $15{,}_{94}$ pCt. FeO neben nur $10{,}_{13}$ pCt. MgO und $21{,}_{14}$ pCt. CaO.

Einfache Verhältnisse zwischen MgO und FeO sind selten vorhanden und das Verhältniss von $MgO\,FeO : CaO$ schwankt in sehr weiten Grenzen; ebenso der Wassergehalt, der fast nie fehlt.

Der Kalkgehalt liegt meist zwischen 15 und 22 pCt, die Magnesia macht meist 15 — 20 pCt. aus, Kieselsäure 50 — 53 pCt. Diallage mit grösserem Wassergehalt (bis 6 pCt.), wohl stärker verändert, zeigen andere Relationen von Kalk, Magnesia, Eisenoxydul und meist noch geringeren Kalkgehalt.

Ist der Diallag ein veränderter Augit, so kommt diese Veränderung sowohl thonerdefreien als thonerdehaltigen Augiten zu. Die Grenze zwischen Augit und Diallag ist schwierig festzustellen, da Uebergänge nicht fehlen und die Härte [3]) kein sicheres Kennzeichen abgibt.

Nach Tschermak [4]) sind oft feine Kalkspathblättchen dem Diallag eingelagert.

fand in weissem, in Magneteisen eingewachsenem Diopsid (sp. G. $3{,}_{280}$) von Achmahtowsk 6 pCt. K^2O, $O = 12{,}_{75} . 1{,}_{23} . 28{,}_{02}$. Kokscharow Mém. St. Petersb. (7) VIII. Nr. 140. 8. 1865. Vgl. auch Wiik's Analyse des Diopsids von Lupikko mit $1{,}_{30}$ pCt. Na^2O und $0{,}_{37}$ pCt. K^2O.

[1]) Nach der Bestimmung von Groth (Schilling, chemisch-mineralogische Constitution der Grünsteine genannten Gesteine des Südharzes, 1869. 35) ist das Mineral Diallag. — [2]) Pogg. Ann. 144, 250. 1871. $= 7\,FeO + 8\,MgO + 12\,CaO$. — [3]) G. Rose (Zs. geol. Ges. 19. 280) fand für Diallag von Volpersdorf die Härte „etwas geringer als Hypersthen“ und ausser der deutlichsten Spaltungsfläche auch andere, „von denen zwei ganz den Spaltungsflächen des Augites entsprechen“. — [4]) Mineralog. Mitth. I. 27. 1871.

Talk und Speckstein.

Talk und Speckstein erscheinen überall als sekundäre Mineralien. Sie enthalten beide wesentlich Kieselsäure und Magnesia; geringe Mengen Eisenoxydul (Max. $1{,}91$ pCt.), Mangan- und Nickeloxydul, Thonerde sind beobachtet. Erst bei sehr hoher Temperatur (Rothglut, Scheerer; Schmelzpunkt des Silbers, Damour) geben die krystallisirten Talke bis $4{,}9$ pCt. Wasser ab. Nach Rammelsberg sind sie entweder $3\,MgO + 4\,SiO^2 + aq = 63{,}49$ pCt. SiO^2; $31{,}75$ pCt. MgO; $4{,}76$ pCt. Wasser; oder $3\,(4\,Mg + 5\,SiO^2) + 4\,aq = 61{,}98$ pCt. SiO^2; $33{,}06$ pCt. MgO; $4{,}96$ pCt. Wasser; und $H^2Mg^3Si^4O^{12}$, wenn man das Wasser als Produkt des Glühens ansieht.

Der kryptokrystallinische Speckstein und der Talk werden von Säuren weder vor noch nach dem Glühen zersetzt.

Damour in Des Cloizeaux Minér. 97.
Rammelsberg, Zs. geol. Ges. 20. 82. 1868.

Serpentin.

Ueberall ist der Serpentin ein sekundäres, meist durch einfache Verwitterung entstandenes Mineral. Die Menge des neben MgO, SiO^2 und Wasser vorkommenden Eisenoxyduls beträgt selten mehr als 10 pCt., ist aber meist viel geringer. Sparsam finden sich Nickel- und Manganoxydul, Kalk, Thonerde, Eisen- und Chromoxyd, Reste der verwitterten Mineralien, aus denen der Serpentin entstand. Rammelsberg betrachtet nach dem Verhalten beim Glühen den Serpentin als $H^2Mg^3Si^2O^8 + aq$, während man ihn früher ansah als $3\,MgO + 2\,SiO^2 + 2\,aq = 43{,}48$ pCt. SiO^2, $43{,}48$ pCt. MgO, $13{,}04$ pCt. Wasser.

Serpentin wird von Salzsäure, leichter von Schwefelsäure, unter Abscheidung schleimiger Kieselsäure zersetzt.

Rammelsberg, Zs. geol. Ges. 21. 98. 1869.

Zirkon (Hyazinth).

Zirkon ($Zr + Si + O^4 = ZrO^2 + SiO^2$) besteht aus $67{,}03$ pCt. Zirkonsäure und $32{,}97$ pCt. Kieselsäure. Nach H. Cochrane[1]) enthalten selbst farblose Zirkone etwas Eisenoxyd und bisweilen Mangan, nach König[2]) braune bis schwarze Zirkone von El Paso Co., Colorado, welche, längere Zeit mit starker Salzsäure gekocht, fahl rothgrau geworden waren und stellenweise stark zerfressene Flächen zeigten, $9{,}20$ pCt. Eisenoxyd und $0{,}30$ pCt. Magnesia.

Titanit (Sphen).

Titanit ($CaSiTiO^5 = CaO\;2\,SiO^2 + CaO\;2\,TiO^2$) enthält $30{,}61$ pCt. SiO^2; $40{,}82$ pCt. TiO^2; $28{,}57$ pCt. CaO.

In den braunen eisenhaltigen und den rothen manganhaltigen Abänderungen ist $\overset{II}{R} = Ca, Fe, Mn$; FeO bis $5{,}06$ pCt., MnO bis $3{,}8$ pCt. beobachtet.

In Titanit des Syenites des Plauenschen Grundes (Grothit, Dana) fand

[1]) Chem. News 25. 305. 1872. — [2]) Groth, Zs. f. Krystallogr. 1. 432. 1877.

Groth[1]) a; in Titanit des Syenitgranites, welcher im Eklogit von Waldheim Gänge bildet, fand Schmöger[2]) b.

	a	b
SiO^2	30,51	31,37
TiO^2	31,16	37,45
$\dddot{Al}$	2,44	4,79
$\dddot{Fe}$	5,83	3,13
YO	s. $\dddot{Al}$	0,88
CaO	31,34	22,38
MnO	1,02	—
	102,30	100,00

a etwa $9RO + \dddot{R} + 15(SiO^2 + TiO^2)$;
b etwa $6RO + \dddot{R} + 10(SiO^2 + TiO^2)$.

b. Die thonerdehaltigen Silikate.

Hierher gehören die Feldspäthe, Glimmer, Augit, Hornblende, Leucit, Nephelin, die Sodalithgruppe, Epidot, Granat, Cordierit, Turmalin, Chlorit. Neben der Thonerde ist nicht selten Eisenoxyd, sparsam Chromoxyd vorhanden.

Ordnet man die genannten Mineralien nach den Basen $\overset{I}{R}$ und $\overset{II}{R}$, — $\overset{I}{R}$ = H, K, Na, Li (Cs, Rb), $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn, Cr, Ba, so erhält man folgende Reihe. MnO ist zu FeO gerechnet und abgesehen von bisweilen auftretendem Fl, Cl, SO^3, B, Ti und von H:

Alkali	Alkali und Kalk	Kalk	Kalk, Magnesia, Eisenoxydul	Magnesia, Eisenoxydul	Magnesia, Eisenoxydul, Alkali	Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, Alkali
Orthoklas	Oligoklas	Anorthit	Augit	Cordierit	Magnesiaglimmer	Melilith
Mikroklin	Andesin	Epidot	Hornblende	Chlorit	Eisenhaltige Lithionglimmer	
Albit	Labrador		Granat		Turmalin	
Leucit	Hauyn					
Nephelin						
Sodalith						
Nosean						
Kaliglimmer						
Natronglimmer						
Lithionglimmer						

Feldspath.

Die Feldspathgruppe umfasst den monoklinen Orthoklas und die triklinen Feldspäthe (Plagioklase) Mikroklin, Albit, Anorthit, Oligoklas, Andesin und Labrador.

[1]) Jahrb. Miner. 1866. 48. — [2]) Zs. geol. Ges. 27. 205. 1875.

Schematisch ist Orthoklas und Mikroklin a Kalifeldspath, Albit b Natronfeldspath, Anorthit c Kalkfeldspath.

	a = Or[1])	b = Ab	c = An
$Si O^2$	64,63	68,57	43,01
$\ddot{\ddot{A}}l$	18,49	19,62	36,92
$K^2 O$	16,88	—	—
$Na^2 O$	—	11,81	—
Ca O	—	—	20,07

Or $= K^2 Al Si^6 O^{16} = K^2 O + \ddot{\ddot{A}}l + 6 Si O^2$. Mol. Gw. 557 (O = 16)
Ab $= Na^2 Al Si^6 O^{16} = Na^2 O + \ddot{\ddot{A}}l + 6 Si O^2$ „ 525.
An $= Ca Al Si^2 O^8 = Ca O + \ddot{\ddot{A}}l + 2 Si O^2$ „ 279.

Die übrigen Feldspäthe, welche zugleich Natron und Kalk enthalten, gehen aus den isomorphen Grundverbindungen Ab und An hervor. Ihre Zusammensetzung lässt sich daher nach den obigen Zahlen berechnen und es folgt daraus, dass in ihnen mit Zunahme des Kalkes die Kieselsäure abnimmt und die Thonerde steigt, während mit Zunahme des Natrons die Kieselsäure steigt und die Thonerde abnimmt. Aus den Verhältnissen Na : Ca und Al : Si, welche in nothwendiger Relation zu einander stehen, lassen sich die Proportionen von Ab : An finden. Da Al : Si in Ab = 1 : 6, in An = 1 : 2, so muss in jeder Mischung von Ab und An das Verhältniss Al : Si zwischen 1 : 6 und 1 : 2 liegen und diesem Verhältniss muss Na : Ca entsprechen.[2]) Ist in

Ab + 6 An	Na : Ca =	1 : 3,	so ist Al : Si =	1 : 2,57
Ab + 3 An	„	2 : 3	„	1 : 3
3 Ab + An	„	6 : 1	„	1 : 5
6 Ab + An	„	12 : 1	„	1 : 5,43 u. s. w.

Aber so reine Feldspäthe kommen nicht vor; fast alle Orthoklase enthalten ausser Kali noch Natron und Kalk, alle Albite ausser Natron noch Kali und Kalk, Anorthite ausser Kalk noch Kali und Natron, und entsprechend enthalten die Natronkalkfeldspäthe noch Kali. Ausserdem findet sich in manchen Feldspäthen, besonders in orthoklastischen, noch Baryum, Lithium, Rubidium und Caesium. Die Oxyde des Eisens sind nicht immer bestimmt, meist nimmt man das Eisenoxyd als Vertreter der Thonerde, oft ist es mechanisch beigemengt.[3]) Lässt sich auch häufig der Natron- und Kalkgehalt im Or auf eine oft verwickelte Verwachsung[4]) mit Plagioklasen oder auf eingelagerte Plagioklase zurückführen, so enthalten doch Orthoklase, in denen mikroskopisch kein Plagio-

[1]) Im Folgenden ist abgekürzt Orthoklas in Or, Albit in Ab, Anorthit in An, Oligoklas in Og, Andesin in Ad, Labrador in La. — [2]) Eine Methode zur Berechnung der gemischten Feldspäthe gab Bunsen in Ann. Chem. Pharm. Suppl. 6. 188. 1868. Forchhammer's Hafnefiordit, ein vermeintlicher Kalkoligoklas, ist nach von Rath (Pogg. Ann. 144. 253) La = Ab + 3 An. — [3]) Sonnenstein (Oligoklas) vom Tvedestrand enthält nach Scheerer nur 0,36 pCt. Eisenoxyd; Sonnenstein (Orthoklas) von Ogdenmine, Sussex Co., New Jersey, nach Leeds nur 0,23 pCt. Eisenoxyd. — [4]) Lamellare Verwachsungen von Or und Ab, schon durch die Farbe der Feldspäthe erkennbar und durch die Analyse von Gerhard (Zs. geol. Ges. 14. 154. 1862) bewiesen, sind sehr schön am Perthit von Perth, Canada, zu beobachten. (Der rothe Or mit dem bekannten Goldreflex des Sonnensteins enthält 1,90 pCt. Eisenoxyd.) Perthitähnliche Verwachsungen zeigt auch Loxoklas von Hammond, New York.

klas wahrzunehmen ist, Natron und Kalk, selbst mehr Natron als Kali. Seit Des Cloizeaux in dem dem Orthoklas chemisch identen Mikroklin einen triklinen Kalifeldspath auffand und orthoklastische Feldspäthe mit fast ganz zurücktretendem Kaligehalt analysirt sind, muss man der Orthoklas- und Albitsubstanz Isodimorphie zuzuschreiben, ebenso dem Anorthit, der mit dem triklinen Albit isomorph ist. Dann erklärt sich das Vorkommen mehrerer Monoxyde in den Feldspäthen, in welchen keine Einmengung fremder Substanz wahrzunehmen ist.

In den Dolomiten des Binnenthals (und ähnlich in den Jakobsberger Mangangruben in Wermland) kommt orthoklastischer Hyalophan vor, $Ba + K^2 + 2\,Al + 8\,Si + 24\,O = Ba\,O\,\ddot{Al}\,2\,Si\,O^2 + K^2\,O\,\ddot{Al}\;\;6\,Si\,O^2$, schematisch mit 16,41 pCt. Ba O. Aus $\ddot{Al} : Si = 1 : 4$ geht hervor, dass Hyalophan aus einem Barytfeldspath von der Zusammensetzung des Anorthites und aus (natronhaltigem) Orthoklas besteht. Ein Barytfeldspath von Anorthitzusammensetzung ist nicht bekannt. Des Cloizeaux fand einen Barytplagioklas auf, welcher 7,30 pCt. Baryt enthält, der Formel des Hyalophans entspricht, aber statt Kali Natron enthält. Die Analyse eines orthoklastischen Feldspathes aus Nephelinit von Meiches, nach Knop[1]) mit 2,27 pCt. Baryt und 0,36 pCt. Sr O, ist schwer zu deuten. Rosenbusch[2]) fand darin Zwillingsstreifung.

Betrachtet man die Sauerstoffverhältnisse, so sind sie für Or (u. Mikroklin) = 1 . 3 . 12, für Ab = 1 : 3 : 12, für An = 1 : 3 . 4. Die Kalknatronfeldspäthe müssen demnach Sauerstoff-Verhältnisse aufweisen, welche zwischen 1 : 3 : 12 und 1 : 3 : 4 liegen. Sind die Kalknatronfeldspathe chemische Verbindungen[3]) nach Molekülen, so wird sich eine continuirliche Reihe finden, in welcher beliebige Abschnitte gemacht werden können. Damit fällt die frühere Bedeutung der Namen Oligoklas (O = 1 : 3 : 9), Andesin (O = 1 : 3 : 8), Labrador (O = 1 : 3 : 6). Tschermak hatte früher, um die Analogie von Anorthit und Albit hervorzuheben,

$$\left(\left.\begin{matrix}\overset{II}{Ca}\;\overset{VI}{Al}\\ Ca\;Al\end{matrix}\right\}Si^4\,O^{16}\ \text{und}\ \left.\begin{matrix}\overset{I}{Na^2}\;\overset{VI}{Al}\\ \overset{IV}{Si^2}\end{matrix}\right\}Si^4\,O^{16}\right)$$

das Molekulargewicht des Anorthites verdoppelt und zu 558 gesetzt, ferner zwischen An und La noch Bytownit eingeschoben, der bei ihm die Mischungen Ab + 4 An bis An + 6 An umfasst. Der Name ist einer Analyse Thomson's entnommen, welche, wie schon bei Wiederholung der Analyse T. Sterry Hunt[4]) aussprach, einem Gestein gegolten hatte. Kommen auch Natronkalkfeldspäthe vor, welche der Begrenzung von Tschermak's Bytownit entsprechen, so werden sie doch meist dem Labrador zugerechnet.

[1]) Jahrb. Miner. 1865. 688. — [2]) Mikrosk. Physiogr. d. petrographisch wichtigsten Mineralien 1873. 333. — [3]) Man kann aus ihnen nicht mit Säure den leicht löslichen Anorthit ausziehen, so dass der schwer lösliche Albit zurückbleibt. (Vergl. Petersen Jahrb. Miner. 1872. 784.) Die Analogie der Kalknatronfeldspäthe mit den Normal-Dolomiten ist hervorzuheben. — [4]) Logan, Geol. Canada. 1863. 479.

Vergleicht man die Begrenzungen von Og, An, La bei Tschermak (An = 279) und Rammelsberg (Handb. Mineralchem. 1875. 560), so ergiebt sich Folgendes: [1])

Og	Tschermak	= 3 Ab + 1 An bis 3 Ab + 2 An
„	Rammelsberg	= 6 „ + 1 „ „ 3 „ + 2 „
Ad	Tschermak	= 3 „ + 1 „ „ 2 „ + 3 „
„	Rammelsberg	= 3 „ + 2 „ „ 1 „ + 2 „
La	Tschermak	= 1 „ + 2 „ „ 1 „ + 3 „
Bytownit	Tschermak	= 1 „ + 4 „ „ 1 „ + 6 „
La	Rammelsberg	= 1 „ + 2 „ „ 1 „ + 6 „

Nach den hier angenommenen Begrenzungen Rammelsberg's enthält

	Og [2])	Ad	La
$Si O^2$	66,52 — 61,91	61,91 — 55,43	55,43 — 49,15
$\dddot{A}l$	21,00 — 24,11	24,11 — 28,49	28,49 — 32,74
Ca O	1,63 — 5,25	5,25 — 10,35	10,35 — 15,29
$Na^2 O$	10,85 — 8,78	8,78 — 5,73	5,73 — 2,82
O =	1 : 3 : 10⁶/₇ — 1:3:8,8	1:3:8,8 — 1:3:6,67	1:3:6,67 — 1:3:5¹/₇.

Für die Berechnung der Kalknatronfeldspäthe auf diese Zahlen ist Mg O in das Aequivalent Ca O, $K^2 O$ in $Na^2 O$, $\dddot{F}e$ in $\dddot{A}l$ umgewandelt.

Ausser der Analyse der Feldspäthe, bei denen in Folge der Einschlüsse, der möglichen Verwitterung und nicht scharfen Trennung der einzelnen Bestandtheile die Formel nicht immer hervortritt, bleibt als Hülfsmittel für die Bestimmung neben der Schmelzbarkeit, dem Verhalten zu Säure — Anorthit wird von Säure vollständig unter Gallertbildung zersetzt — die Unterscheidung durch das specifische Gewicht, welches Tschermak für Or = 2,558, Ab = 2,624, An = 2,758 annimmt, und als Wesentliches die optische Untersuchung.

Während man längst glasigen Orthoklas als Sanidin (Sa) bezeichnet, nennt Tschermak die glasigen Plagioklase, so lange deren Zusammensetzung nicht bestimmt ist, zweckmässig Mikrotin.

Einfache Krystalle der Feldspathe finden sich als Gemengtheile der Gesteine viel seltener als Zwillinge, und Albit und Anorthit viel sparsamer als die aus ihnen hervorgehenden Mischlinge.

Tschermak: Ber. Wien. Akad. 50. 566. 1864.
Streng: Jahrb. Miner. 1865. 419 und 1871. 598. 715.
Rammelsberg: Pogg. Ann. 126. 39. 1865.
„ Zs. geol. Ges. 18. 200. 1866 und 24. 138. 1872.
Tschermak: Ber. Wien. Akad. 60. 920. 1869.

[1]) In den Beiträgen zur Petrographie der plutonischen Gesteine (Abhandl. Berl. Akad. 1869) hatte ich Tschermak's verdoppeltes Molekulargewicht für An angenommen und begrenzt, auf die hier angenommenen Zahlen reducirt,

Og	= 4 Ab + 1 An bis 1 Ab + 1 An
Ad	= 1 „ + 1 „ „ 1 „ + 2 „
La	= 1 „ + 2 „ „ 1 „ + 4 „
Bytownit	= 1 „ + 4 „ „ 1 „ + 16 (bis O = 1 : 3 . 4,471,

nicht, wie dort irrthümlich angegeben ist, 4,638.) — [2]) Tschermakit von Kobell's ist nach den Analysen von Pisani und Hawes ein Oligoklas = 3 Ab + 1 An.

Vom Rath: Pogg. Ann. 144. 219. 475. 1872 und Zs. geol. Ges. 27. 295. 1875.
Des Cloizeaux: Mikroklin. Compt. rend. 82. 885 und 1017. 1876. (= Jahrb. Miner. 1876. 768), Zs. geol. Ges. 27. 456 und 955. 1875. Ann. Chim. phys. (5) 9. 433—496. 1876.
„ Barytplagioklas. Jahrb. Miner. 1877. 502.

Glimmer.

Die Glimmer, eine Mineralgruppe von sehr verwickelter chemischer Zusammensetzung, enthalten ausser der nie fehlenden Kieselsäure und Thonerde noch $\overset{I}{R}$, häufig ausserdem $\overset{II}{R}$, bisweilen auch Eisen-, Mangan- und Chromoxyd. Ausserdem kommen Fluor und Titansäure, in Lithionglimmern Zinnsäure, in dunkelen Glimmern Spuren schwerer und edler Metalle vor. Chlor und Phosphorsäure gehören wohl fremden Einmengungen an.

Ausser wasserfreien Glimmern, d. h. solchen, die in der Glühhitze, wenn sie fluorhaltig sind, nur Fluorsilicium abgeben, finden sich wasserhaltige, d. h. solche, welche in der Glühhitze nur Wasser, und wenn sie fluorhaltig sind, neben dem Fluorsilicium noch Fluorwasserstoff und Fluorkieselwasserstoff abgeben. Es kommen, wie es scheint, auch fluorfreie Glimmer vor. Betrachtet man das Wasser als Produkt des Glühens und nimmt demgemäss H als $\overset{I}{R}$ in ihnen an, so enthalten die Glimmer von $\overset{I}{R}$ alle K, meist Na, oft H, bisweilen Lithium, Rubidium und Caesium. Von $\overset{II}{R}$ überwiegt Mg oder Fe, selten ist Ba, oft Mn in kleinen Mengen vorhanden; Kalk findet sich so sparsam, dass die Glimmer[1]) als wesentlich kalkfreie Mineralien zu betrachten sind.

Je nach dem Ueberwiegen von $\overset{I}{R}$ und $\overset{II}{R}$ zerfallen die Glimmer in Alkali- und Magnesiaglimmer, zu denen die seltenen Barytglimmer gehören. Die Alkaliglimmer sind entweder Kali-, Natron- oder sogenannte Lithionglimmer, d. h. lithionhaltige Kaliglimmer, denn Kali bleibt überwiegend. In den Alkaliglimmern treten fast überall kleine Mengen von Mg O, Fe O, Mn O auf. Die meisten Kaliglimmer und die Natronglimmer sind Halbsilikate $\overset{I}{R}^2 Al\, Si^2 O^8 = \overset{I}{R}^4 Si\, O^4 + \overset{VI}{R}^2 Si^3 O^{12}$, denen häufig die Verbindung $\overset{II}{R} Al\, Si^2 O^8$ (ebenfalls Halbsilikat) beigemischt ist.

Die meist dunkelfarbigen, sehr selten weissen und dann eisenfreien Magnesiaglimmer enthalten sämmtlich Alkali, vorwiegend Kali, daneben Natron. Von $\overset{II}{R}$ überwiegt entweder Mg oder Fe, aber Mg fehlt nie ganz. So entsteht eine Reihe Mg O + 0 Fe O bis 1 Mg + 16 Fe O („Annit, Dana, aus Cap Ann-Granit): Magnesia-, Magnesia-Eisenoxydul- und Eisenoxydul-Magnesiaglimmer, wobei die geringen Mengen Manganoxydul dem Eisenoxydul zugerechnet sind.

[1]) Die Margarite sind hier nicht in Betracht gezogen, weil sie nicht als Gesteinselemente auftreten. Sie enthalten neben vorwiegendem Kalk etwas Maguesia, Eisenoxydul, Kali, Natron und sind unter Annahme von $H = \overset{I}{R}^2 \overset{II}{R} Al^3 Si^2 O^{12}$, d. h. Viertelsilikate, die basischsten Glieder der Glimmergruppe.

In den seltenen sogenannten Barytglimmern ist Ba (Ca) : Mg Fe = 1 : 5 oder 2 : 5. Die meisten hierher gehörigen Glimmer sind Halbsilikate.

Die Kali- und Magnesiaglimmer sind bei weitem häufiger als die Natron-, Lithion- und Barytglimmer.

Rammelsberg. Zs. geol. Ges. 14. 760; 18. 807; 19. 410 und Hb. d. Mineralchemie 510.

Kaliglimmer (Muskovit, Damourit, Margarodit, Fuchsit).

Meist farblos weiss, aber auch gelb, grün, braun. Von Säuren schwierig oder kaum zersetzbar. Maximum des Fluors = $4{,}_{15}$ pCt., des Eisenoxydes $8{,}_{8}$ pCt. Es kommen ganz eisenfreie Abänderungen vor. Geringe Mengen von Mg O und Mn O, oft auch von Fe O und Ca O sind fast überall beobachtet. (Maximum von Mg O, Fe O, Ca O $5{,}_{83}$ pCt. Buchenberg, zwischen Borstendorf und Leubsdorf, braun, aus Granit, Rube.) In dem grauen Glimmer von Brodbo fand A. Mitscherlich $5{,}_{24}$ pCt. Fe O. Neben dem vorherrschenden Kali (Maxim. $12{,}_{44}$ pCt. Donegal) findet sich häufig Natron (Maxim. $4{,}_{10}$ pCt. Lichfield) und bisweilen Lithion. Das Maximum der Titansäure ($1{,}_{72}$ pCt.) fanden Scheerer und Rube in dem braunen Glimmer der Grube Himmelsfürst in Gneiss. Im Fuchsit (Chromglimmer) des Zillerthales fand Schafhäutl $3{,}_{95}$ pCt. Chromoxyd.

Berechnet man H und Na auf K, Fe^2O^3 auf $\dddot{Al}$, $Ti O^2$ auf $Si O^2$, Fl auf O, so entsprechen die meisten Kaliglimmer der Formel a $\overset{I}{R}{}^2 Al Si^2 O^8$, einem Halbsilikat, die farbigen fluorfreien Kaliglimmer des sächsischen Gneisses der Formel b $\overset{I}{R}{}^6 R^2 Si^6 O^{21}$, wobei das Verhältniss von H und K (Ka) in $\overset{I}{R}$ grossem Wechsel unterliegt. Schematisch erfordern die Formeln a und b:

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$K^2 O$	$H^2 O$	
a (H + K)	$43{,}_{00}$	$36{,}_{92}$	$16{,}_{85}$	$3{,}_{23}$	= 100.
b (H^3 + K)	$53{,}_{17}$	$30{,}_{43}$	$10{,}_{41}$	$5{,}_{99}$	= 100.

Da jedoch in b stets und in a gewöhnlich die entsprechende Verbindung von $\overset{II}{R}$ beigemengt ist, wodurch der Kaligehalt herabgedrückt wird, so liefert das Mittel der Analysen für a und b:

	Fl	Si (Ti) O^2	$\dddot{Al}$ ($\dddot{Fe}$)	$K^2 O$ ($Na^2 O$)	Fe O, Mg O, (Mn O)	$H^2 O$
a	1	46	36	10	3	4
b	—	51	30	10	$4{,}_{5}$	$4{,}_{5}$

Chemisch gehört der Sericit hierher, der, wie es scheint, durch einen Umbildungsprocess entsteht.

Ueber barythaltige Kaliglimmer s. Barytglimmer.

Lithionglimmer (Lepidolith, Kryophyllit).

Die eisenfreien Lithionglimmer (Lepidolithe) enthalten Fluor (bis $8{,}_{7}$ pCt.), neben dem überwiegenden Kali (etwa 10 pCt.) noch Natron, Lithion ($4{,}_{88}$ pCt.), Rubidium und Caesium, geringe Mengen Manganoxydul und Magnesia. Der Lepido-

lith von Rozena ist wasserfrei und entspricht der Formel: $(K, Na, Li)^6 Al^4 Si^{12} O^{39} = (6 \overset{I}{R} = 3{,}75 K + 0{,}75 Na + 1{,}50 Li = 5 K + 1 Na + 2 Li)$, 1 Mol. Halbsilikate mit 3 Mol. normalen Silikaten.

Die wohl alle wasserfreien eisenhaltigen Lithionglimmer enthalten ebenfalls Fluor (bis 8 pCt.), neben dem überwiegenden Kali (bis 13 pCt.), Lithion (bis 4,06 pCt.), meist auch Natron, ferner Fe O, Mn O, Mg O, und neben der Thonerde Eisenoxyd. Es finden sich darunter Halbsilikate, Verbindungen von Halbsilikaten und normalen Silikaten (Zinnwald) und normale Silikate. (Der dunkelgrüne Kryophyllit aus Granit vom Cape Ann, Massachusetts, mit 4,06 pCt. Lithion und 53,46 pCt. Kieselsäure). Rammelsberg[1]) fand im Zinnwaldit von Zinnwald 3,36 pCt., im Lepidolith von Rozena 3,75 pCt. Lithion.

Natronglimmer.

Die vom S. Gotthard [2]) (Paragonit) und vom Virgenthal bei Pregratten untersuchten Natronglimmer sind sehr reich an Thonerde (40 pCt.), enthalten neben dem überwiegenden Natron (6—7 pCt.) etwas Kali und geben beim Erhitzen Wasser ab. Sie enthalten nach Oellacher etwas Chromoxyd, Eisenoxyd und Spuren von Fluor, und sind Halbsilikate $R^2 Al Si^2 O^8$, wie die Kaliglimmer. Grünen Natronglimmer aus Borgofranco bei Jvrea, analysirt von Cossa, hat Gastaldi als Cossait bezeichnet. Der mit Korund und Rutil zusammen vorkommende Paragonit vom Ochsenkopf bei Schwarzenberg, Sachsen, hat dieselbe Zusammensetzung wie die angeführten Paragonite.[3]) Auch in Syra kommt nach Lüdecke Natronglimmer vor.

Magnesiaglimmer und Magnesia-Eisenoxydulglimmer (Phlogopit, Biotit, Lepidomelan, Annit).

Die meisten Magnesiaglimmer enthalten Fluor, einige auch Titansäure. Bisweilen finden sich neben K und Na noch Lithium und Rubidium und neben Mg Fe in kleinen Mengen Mn O, Ca O, Ba O und Spuren von Kobalt. In einem grünen Glimmer von Schwarzenstein, Zillerthal, fand Schafhäutl 5,9 pCt. Chromoxyd. Neben fluorfreien kommen fluorhaltige Abänderungen (Max. 4,23 pCt. im braunen eisenreichen Glimmer von St. Dennis, Cornwall,) vor. Das Maximum von $Ti O^2$ (4,68 pCt) giebt Scheerer im schwarzen Glimmer von Brevig an.

Die meisten hierher gehörigen Glimmer sind Halbsilikate aus a) $\overset{I}{R^4} Si O^4$ + b) $\overset{II}{R^2} Si O^4$ + c) $Al^2 Si^3 O^{12}$; $\overset{II}{R} = + Mg + Fe$; meist beide nebeneinander, aber häufig sind die Oxyde des Eisens nicht bestimmt, ebensowenig der Wassergehalt. Eine mittlere Zusammensetzung lässt sich kaum geben, da $\ddot{F}e$ für $\ddot{A}l$, Fe O für Mg O eintritt. Im Mittel beträgt $Si O^2$ 40 pCt., $Al O^3$ steigt bis auf 33,80 pCt. (braun, aus Gneiss des Renchthals), $Fe^2 O^3$ auf 37,39 pCt. (Lepidomelan, Abborforss), Fe O auf 23,39 pCt. (Lepidomelan aus Rapakivi), Mg O in

[1]) Monatsber. Berl. Akad. 1878. — [2]) Muttergestein der bekannten Staurolithe und Cyanite von S. Gotthard und vom Pizzo Forno. — [3]) Genth. Corundum. p. 31. 1873.

dem eisenfreien Glimmer von Edwards (St. Lawrence Co., New-York) auf 30,25 pCt., K^2O auf 10,56 pCt. (ebendas.), Na^2O auf 5,44 pCt. (Rosendahl bei Stockholm). Das Maximum des Wassergehaltes (4,40 pCt.) fand Rube im braunen Glimmer aus grauem Gneiss zwischen Freiberg und Reiche Zeche.

Von O-Verhältnissen sind beobachtet: $RO : \ddot{R} : SiO^2 = 7 : 3 : 10$; $3 : 2 : 5$; $8 : 6 : 14$; $3 : 3 : 6$; $1 : 3 : 4$; $3 : 4 : 7$ u. a.

In den braunen Magnesiaglimmern von Edwards, St Lawrence Co., New-York, fand Berwerth[1]) 2,46 pCt. Baryt.

Barytglimmer (Oellacherit).

Der zuerst in dem Pfitschthal neben Chlorit beobachtete weissliche, feinschuppige Barytglimmer ist ein eisenarmer, kalireicher Glimmer mit bis 6 pCt. Baryt, etwa 5 pCt. Mg O, etwas Mn O, Sr O, Ca O und 9 pCt. Alkali, meist Kali und 4 pCt. Wasser. Er entspricht der Formel der Halbsilikate $\overset{I}{R}^2 \overset{II}{R} \overset{VI}{R}^2 Si^4 O^{16}$. Ein weisser Glimmer, welcher in dem dunkelen Glimmer des smaragdführenden Glimmerschiefers im Habachthal dünne Zonen bildet, ist nach Sandberger (Jahrb. Miner. 1875. 625) ein Barytglimmer mit 5,76 pCt. Baryt, 7,54 pCt. Kali 3,03 pCt. Magnesia ohne Natrongehalt.

Auch in einem braunen Glimmer aus Wermland fand Igelström 1,05 pCt. Baryt.

Den Astrophyllit Scheerer's aus Zirkonsyenit, ausgezeichnet durch 8 pCt. Titansäure, grossen Reichthum an Eisen und mit 10—12 pCt. Manganoxydul, stellt Rammelsberg zu der Augitgruppe. Der Astrophyllit aus El Paso Co., Colorado, enthält nach König 13,58 pCt TiO^2 und neben viel Eisenoxydul nur 3,40 pCt. Mn O.

Hornblende und Augit.

Von dem Verband der thonerdehaltigen Hornblenden und Augite mit den thonerdefreien war schon S. 8 die Rede. Beide Mineralien sind $m\,\overset{II}{R}SiO^3 + n\,\overset{VI}{R}O^3$; $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn; $\dddot{R} = \dddot{Al}, \dddot{Fe}$, bisweilen $\dddot{Cr}$; bei gut untersuchten Augiten ist $(n = 1)$ $m = 6$ bis 22, bei den Hornblenden = 3 bis 12. Häufig finden sich in $\dddot{R}$ $\dddot{Al}$ und $\dddot{Fe}$ neben einander, doch kommen auch eisenoxydfreie Abänderungen vor, wenngleich die Eisenoxyde häufig nicht bestimmt sind. Ausserdem finden sich in Augiten und Hornblenden kleine Mengen Kali, Natron, Kobalt in sehr geringer Menge, ferner Fluor und Titansäure.[2])

Von R O fehlen Ca O und Mg O nie, Fe O fast nie, Mn O ist nur in geringer Menge vorhanden. Procentisch und atomistisch wechseln Ca O, Mg O, Fe O in ziemlich weiten Grenzen; die an Eisenoxydul reicheren Abänderungen zeigen einen geringeren Gehalt an Magnesia.

Den grösseren Kalkreichthum des Augites im Vergleich zur Hornblende zeigen die Analysen beider in einem grobkörnigen Monzonigestein verwachsenen Mineralien nach vom Rath:[3])

[1]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 111. — [2]) Augit vom Kaiserstuhl enthält nach Knop (Groth. Zs. Krystallogr. 1. 64. 1877) 3,55 pCt. Titansäure. — [3]) Zs. geol. Ges. 27. 362. 1875.

	Augit		Hornblende	
	sp. G. 3,317	O	sp. G, 3,112	O
$Si O^2$	49,60	26,45	49,25	26,27
$\dddot{A}l$	4,16	1,94	5,88	2,72
Fe O	9,82	2,18	16,97	3,77
Mg O	14,42	5,77	13,13	5,25
Ca O	21,86	6,25	13,08	3,72
	99,86		98,21	

Hornblende

Neben sehr eisenarmen kommen sehr eisenreiche Abänderungen vor. Das Maximum des Eisenoxydes fand A. Mitscherlich in Hornblende vom Wolfsberg, Cernosin, 13,25 pCt. Im Pargasit fand Rammelsberg nur 2,52 $\dddot{F}e$, in Edenit nur 2,86 pCt. $\dddot{F}e$, in beiden kein Fe O. Zu den an Fe O reichsten Hornblenden gehört die schwarze Hornblende von Brevig, welche nach Rammelsberg 21,72 pCt. Fe O neben 6,62 pCt. $\dddot{F}e$ enthält. Der Gehalt von Thonerde steigt von 4 bis auf 15 pCt., Stenzelberg. Bisweilen ist Chromoxyd beobachtet. In Rammelsberg's Analysen wechselt der Gehalt an Kieselsäure von 38,62 pCt. bis 51,67 pCt.

Von R O fehlen Ca O und Mg O nie, Fe O fast nie; Mn O, meist in geringer Menge vorhanden, steigt im Gamsigradit, Müller, auf 6 pCt. Die procentische Menge von Mg O ist meist grösser als die des Kalkes, sie wird geringer nur in den an Eisenoxydul reichen Abänderungen; Hornblende ist kalkärmer als Augit. Soweit Fe O bestimmt ist, wird Ca O : Mg O Fe O nie geringer als 1 : 1,8, oft ist das Verhältniss 1 : 2, selbst 1 : 3; das Verhältniss 1 : 1 ist nicht beobachtet. Der Kalkgehalt beträgt meist 10—12 pCt, der Gehalt an Mg O steigt in den von Eisenoxydul freien oder an Eisenoxydul armen Abänderungen bis auf 23,37 pCt. (Edenville), und fällt in den an Eisenoxydul reichen auf 3,62 pCt. (Brevig) und zwar hier neben 3,14 pCt. Natron und 2,65 pCt. Kali, nahezu dem Maximum der beobachteten Alkalien, von denen gewöhnlich Natron vorherrscht. Das Maximum des Fluors beträgt 2,76 pCt, das der Titansäure 1,53 pCt.

Als Kokscharowit hat Hermann 1862 eine strahlsteinähnliche, eisenarme, thonerdereiche, 1,06 pCt. Kali und 1,53 pCt. Natron enthaltende Hornblende aus dem Slüdenkathal in der Nähe des Baikalsees mit 18,20 pCt. $\dddot{A}l$ und 2,40 pCt. Fe O analysirt, die etwa $9 R O Si O^2 + 2 \dddot{A}l$, also der für schwarze Hornblende von Pargas durch Rammelsberg gefundenen Formel entspricht; ohne Rücksicht auf Alkali ist $R O = 1 Ca O + 2 Mg O Fe O$.

Als natron- und eisenoxydreiche, thonerde-, kalk- und magnesiaarme, eisenoxydulhaltige Hornblende ist Arfvedsonit zu erwähnen. Die Menge des Alkalis, Natron mit sehr wenig Kali, steigt bis auf etwa 11 pCt. In den in dieselbe Reihe gehörigen Glaukophan[1]) und Gastaldit ist der Thonerdegehalt grösser

[1]) Dahin gehört noch der derbe Wihtisit.

als im Arfvedsonit. Bodewig[1]) fand im Glaukophan von Zermatt I., Lüdecke[2]) in dem von Syra II, Cossa[3]) im Gastaldit von Brosso, Val d'Aosta, III:

	I.	II.	III.
$Si O^2$	57,81	55,64	58,55
$\ddot{Al}$	12,08	15,11	21,40
$\ddot{Fe}$	2,17	3,08	—
Fe O	5,78	6,85	9,04
Mn O	—	0,45	—
Ca O	2,20	2,3	2,03
Mg O	13,07	7,7	3,92
$Na^2 O$	7,83	9,24	4,77
	100,39	100,37	99,71
	sp. G. 3,0907 bei 18° C.	sp. G. 3,101	sp. G. 3,044

I. $9 Na^2 O Si O^2 + 33 R O Si O^2 + 10 (\ddot{R} 3 Si O^2)$, vielleicht $Na^2 O Si O^2 + 3 R O Si O^2 + \ddot{R} 3 Si O^2$.

II. $9 Na^2 O Si O^2 + 20 R O Si O^2 + 10 (\ddot{R} 3 Si O^2)$, vielleicht $Na^2 O Si O^2 + 2 R O Si O^2 + \ddot{R} 3 Si O^2$.

III. $9 Na^2 O Si O^2 + 30 R O Si O^2 + 25 (\ddot{Al} 3 Si O^2)$, vielleicht $Na^2 O Si O^2 + 3 R O Si O^2 + 3 (\ddot{R} 3 Si O^2)$.

Augit.

Die Menge des Eisenoxydes ist nur in wenigen Abänderungen bestimmt. Zu den eisenärmsten gehört eine farblose oder graulichweisse Abänderung von Bathurst, Canada, welche nach Hunt[4]) nur 0,35 pCt. Eisenoxyd und kein Eisenoxydul enthält, zu den eisenreichsten der Augit von Tenerife mit 23,41 pCt. Eisenoxydul (Deville) und der Hudsonit mit 30 pCt. (Smith und Brush), in denen freilich die Menge des Eisenoxydes nicht bestimmt ist. Als Maximum des neben (7,77 pCt.) Eisenoxydul bestimmten Eisenoxydes fand Rammelsberg im Augit von Härtlingen 5,83 pCt., Dölter in dem von Cuglieri 6,32 pCt.

Der Gehalt an Kieselsäure wechselt zwischen 47 und 52 pCt., der an Thonerde beträgt meist 5—6 pCt. (Härtlingen 8,18 pCt., Cuglieri 8,61 pCt., Hudsonit 11,05 pCt.). Als Chromdiopsid hat Sandberger[5]) einen neben Thonerde etwas Chromoxyd enthaltenden Augit unterschieden, der namentlich mit Broncit, Olivin und Picotit (Thonerde-Chromoxyd-Spinell) vorkommt. Er enthält 1,30 pCt. Chromoxyd (Damour), 1,09 pCt. (Knop), 2,61 pCt. (Rammelsberg) neben 4,07, 4,76, 7,42 pCt. $\ddot{Al}$. Zwei Analysen von Farsky[6]) des Vorkommens in den Basalt-

[1]) Pogg. Ann. 158. 228. 1876. Mittel aus 2 Analysen. — [2]) Zs. geol. Ges. 28. 252. 1876. Die Angaben auf S. 253 stimmen nicht damit und sind zum Theil irrig. — [3]) Atti della R. Accadem. dei Lincei (2) V. 2. 1875, und Ber. deutsch. chem. Ges. 1875. 906. — [4]) Geology of Canada p. 467 mit 6,05 pCt. $\ddot{Al} = 14 R O Si O^2 + \ddot{Al}$. „Leukaugit". Aehnlich ist nach Leeds Leukaugit aus Kalkspath von Amity zusammengesetzt. — [5]) Jahrb. Miner. 1866. 387. — [6]) Boricky Petrograph. Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. Prag 1873. 11 und Verh. geol. Reichsanst. 1876. 207.

kugeln des Kosácov entsprechen der Formel $21\,RO\,SiO^2 + 2\,\dddot{R}$; $RO = 6\,MgO + 5\,CaO + 1\,FeO$:

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Cr}$	FeO	MnO	MgO	CaO		
53,44	3,74	0,75	4,70	0,31	16,99	19,90	=	99,83

Im Augit fehlt Kalk und Magnesia nie, Eisenoxydul fast nie, Maximum des Manganoxyduls, das stets in nur kleinen Mengen vorhanden ist, 2,63 pCt. (Schima). Als Maximum des neben (1,03 pCt.) Eisenoxyd bestimmten Eisenoxyduls fand Streng 9,11 pCt. (Ettersberg aus Gabbro). Die procentische Menge des Kalkes ist grösser als die der Magnesia, meist finden sich 20—23 pCt. Kalk gegen 13—16 pCt. Magnesia; Augit ist kalkreicher als Hornblende.

Rechnet man Magnesia, Eisen- und Manganoxydul zusammen, so ergeben sich die Verhältnisse: 1 MgO, FeO, MnO : 1 CaO und 2 MgO, FeO, MnO : 1 CaO und meist dazwischen liegende Zahlen, analog wie bei den thonerdefreien Augiten. Für das erstere Verhältniss liegen in den Augiten von Schima und Laach sichere und ausserdem noch andere nahe kommende Beispiele vor; für das zweite Verhältniss lässt sich nur die Analyse des Augites von Tenerife nach Deville beibringen, in welcher freilich das Eisenoxyd nicht bestimmt ist, allein Analyse und Rechnung stimmen nahe genug überein.

I Augit von Schima ($\dddot{Fe}$ als $\dddot{Al}$ ber.) $= 22\,RO\,SiO^2 + \dddot{R}$; $RO = 4\,CaO + 3\,MgO + 1\,FeO$ (Rammelsberg).

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	MnO	MgO	CaO		
Berechnung	51,42	4,01	—	5,18	2,53	12,86	24,00	=	100
Analyse	51,12	3,38	0,95	5,45	2,63	12,82	23,54	=	99,89
O der Analyse	27,26	1,58	0,28	1,21	0,59	5,13	6,73	=	13,66 : 1,86 : 27,26.

II Augit von Tenerife $= 20\,RO\,SiO^2 + \dddot{R}$; $RO = 9\,CaO + 8\,MgO + 10\,FeO$ (Deville).

	SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	CaO		
Berechnung	49,0	4,2	21,8	9,7	15,3	=	100
Analyse	48,05	4,18	23,41	9,40	14,96	=	100
O der Analyse	25,63	1,95	5,20	3,76	4,27	=	13,23 : 1,95 : 25,63.

Berechnet man nach O von SiO^2 in II O von RO und den Rest von FeO als $\dddot{Fe}$, so erhält man $15\,RO\,SiO^2 + \dddot{R}$ (2,11 $\dddot{Fe}$ neben 21,51 FeO); O = 12,81 : 2,58 : 25,63.

Omphacit und Smaragdit.

Im Eklogit, einem Gestein der krystallinischen Schiefer, treten regelmässig verwachsen oder unregelmässig verbunden auf ein hell- bis lauchgrüner Augit, nach seiner Färbung Omphacit genannt, und eine olivengrüne Hornblende, Smaragdit. Die Analysen führen nicht zu der Formel $m\,RO\,SiO^2 + n\,\dddot{R}$, weil fremde Mineralien, wie Cyanit, Granat, Kalk, Glimmer eingemengt sind und das etwaige Eisenoxyd nicht bestimmt ist. Manche Omphacite zeigen Diallagstruktur.

Fikentscher[1]) fand in den Omphaciten:

a. Mittel aus 3 Analysen: von Oberpferdt, Wustuben, Silberbach (Fichtelgebirge),
b. Weissenstein bei Stammbach (Fichtelgebirge) sp. Gew. $3{,}_{90}$,
c. Pacher (Steiermark),
d. Lüdecke[2]) im Omphacit aus Eklogit von Syra:

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Gr}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühverlust.		
a.	$52{,}_{56}$	$9{,}_{33}$	—	$4{,}_{74}$	$13{,}_{40}$	$17{,}_{86}$	$1{,}_{35}$	$0{,}_{20}$	$0{,}_{45}$	=	$99{,}_{89}$
b.	$52{,}_{16}$	$8{,}_{71}$	—	$11{,}_{63}$	$10{,}_{77}$	$14{,}_{16}$	$0{,}_{87}$	$0{,}_{14}$	$0{,}_{50}$	=	$98{,}_{94}$
c.	$50{,}_{29}$	$6{,}_{67}$	$2{,}_{07}$	$3{,}_{26}$	$15{,}_{22}$	$21{,}_{50}$	$0{,}_{88}$	$0{,}_{88}$	$0{,}_{45}$	=	$101{,}_{22}$
d.	$52{,}_{53}$	$4{,}_{6}$	—	$11{,}_{8}$	$16{,}_{1}$	$12{,}_{8}$	—	—	$1{,}_{69}$	=	$99{,}_{52}$

O von RO : $\dddot{R}$: SiO^2 in a $11{,}_{87}$: $4{,}_{35}$: $28{,}_{08}$
b $11{,}_{19}$: $4{,}_{06}$: $27{,}_{82}$
c $13{,}_{83}$: $3{,}_{76}$: $26{,}_{82}$
d $12{,}_{72}$: $2{,}_{14}$: $28{,}_{02}$

Im Smaragdit ist schon früh ein Gehalt von Chromoxyd nachgewiesen. Fikentscher[3]) (a) und Hunt[4]) (b) fanden in Smaragdit[5]) aus Geschieben des Genfer Sees, Story-Maskelyne und Flight in Smaragdit (c) von du Toit's Pan, Südafrikanischer Diamantendistrikt:[6])

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Gr}$	FeO	CaO	MgO	Na^2O	Glühverlust.		
a.	$52{,}_{34}$	$3{,}_{72}$	$0{,}_{60}$	$7{,}_{39}$	$14{,}_{88}$	$16{,}_{43}$	$2{,}_{21}$	$1{,}_{16}$	=	$98{,}_{73}$
b.	$54{,}_{30}$	$4{,}_{54}$	$0{,}_{61}$	$3{,}_{87}$	$13{,}_{72}$	$19{,}_{01}$	$2{,}_{80}$	$0{,}_{30}$	=	$99{,}_{15}$
c.	$52{,}_{97}$	$1{,}_{94}$ (Al + Gr)		$4{,}_{52}$	$20{,}_{47}$	$17{,}_{49}$	$1{,}_{77}$	$0{,}_{58}$	=	$99{,}_{74}$

O von a = $13{,}_{08}$: $1{,}_{92}$: $27{,}_{91}$; sp. G. $3{,}_{100}$
b = $13{,}_{10}$: $2{,}_{30}$: $28{,}_{96}$
c = $13{,}_{85}$: $0{,}_{91}$: $28{,}_{25}$

Die Eisenoxyde sind nicht bestimmt; in c ist der Kalkgehalt für Hornblende ungewöhnlich hoch.

Grasgrünen Smaragdit (?), sehr ähnlich dem Kokscharowit zusammengesetzt, mit $0{,}_{21}$ pCt. Nickeloxyd und $17{,}_{59}$ pCt. Thonerde analysirte Chatard von Cullakenee mine, Clay Co., Nordkarolina (Genth, Corundum 1873).

Leucit.

Schematisch besteht Leucit (sp. G. $2{,}_{480}$) = $K^2 Al Si^4 O^{12} = K^2O + \dddot{Al} + 4 SiO^2$ aus $21{,}_{51}$ pCt. Kali, $23{,}_{57}$ pCt. Thonerde, $54{,}_{92}$ pCt. Kieselsäure. Alle Analysen weisen etwas Natron,[7]) einige auch Kalk und Eisenoxydul auf; rühren

[1]) Berg- und Hüttenmänn. Ztg 1865. 24. 397. Breithaupt, Mineralog. Studien 1866. 48. Die für c angegebene Summe $100{,}_{64}$ deutet auf Druckfehler, vielleicht im Alkaligehalt. — [2]) Zs. geol. Ges. 28. 260. 1876. — [3]) Jahrb. Miner. 1864. 84. — [4]) Amer. J. Sc. (2) 27. 348. 1859. Hunt fand auch eine Spur Nickeloxyd. — [5]) Vergl. Kenngott Jahrb. Miner. 1867. 774. Tschermak, Mineralog. Mitth. 1872. 44 und v. Drasche ib. 1871. 85. — [6]) Quart. J. geol. Soc. 30. 412. 1874. — [7]) Die bedeutende Menge von Natron ($6{,}_{04}$ pCt. gegen $12{,}_{45}$ pCt. Kali), welche G. Bischof in den losen, am 22. April 1845 am Vesuv ausgeworfenen Leuciten angiebt, beruht nach Rammelsberg, welcher dasselbe Material untersuchte, auf Irrthum. Lose im Februar 1847 ausgeworfene Leucite enthalten nach Bischof $3{,}_{77}$ pCt. Natron gegen $15{,}_{21}$ pCt. Kali. Lemberg fand $1{,}_{41}$ pCt. Natron im Vesuvleucit.

die beiden letzteren zum Theil von Einmengungen her? (Maximum des Kalks $1{,}_{68}$ pCt. nach Knop im Leucit des Nephelinites von Meiches.) Richter[1]) entdeckte im Vesuvleucit spektralanalytisch Lithion, L. Smith[2]) in allen von ihm untersuchten Leuciten bis $0{,}_9$ pCt. Rubidium und Caesium. Der Leucit gehört zu den kalireichsten Mineralien.

Nach Abich enthält glasiger Leucit aus Vesuvlava von 1834 (sp. G. $2{,}_{519}$) neben $10{,}_{40}$ pCt. Kali $8{,}_{83}$ pCt. Natron $= 1 : 1{,}_{29}$; nach dem Sauerstoffverhältniss $4{,}_{05} : 11{,}_{29} : 29{,}_{77} = 1{,}_{08} : 3 : 7{,}_{91}$ lag veränderter Leucit nicht vor. Nach Ch. St. Claire Deville verhält sich der Sauerstoff des Natrons zu dem des Kali im Leucit der Vesuvlaven 1855 wie $2{,}_{09} : 1$, im Leucit der Vesuvlaven am linken Rande des Fosso grande wie $8{,}_{21} : 1$; nach Damour in losen, am 22. Juni 1847 vom Vesuv ausgeworfenen Leuciten wie $1{,}_{67} : 1$. Der sehr poröse Bimstein der oberen Schicht in Pompeji (couche des petites ponces) besteht nach Fouqué[3]) aus Glasmasse, in der neben den bei weitem überwiegenden mikroskopischen Leucitkrystallen noch grüner Augit ($0{,}_{55}$ pCt.), dunkelbraune Hornblende ($0{,}_{17}$ pCt.), Sanidin ($0{,}_{06}$ pCt.), etwas Magneteisen, Glimmer und wohl auch Olivin liegen. Die Leucite (sp. G. $2{,}_{41}$, niedriger als sonst) enthalten:

SiO^2		$\ddot{Al}$	K^2O	Na^2O	CaO	
	$56{,}_{14}$ pCt.,	$24{,}_{83}$,	$8{,}_{73}$,	$6{,}_{43}$,	$2{,}_{91}$	$= 99{,}_{04}$
O	$29{,}_{94}$	$11{,}_{57}$	$1{,}_{48}$	$1{,}_{66}$	$0{,}_{83}$	

$= 3{,}_{97} . 11{,}_{57} . 29{,}_{04} = 1{,}_{03} . 3 . 7{,}_{76}$. Da die Krystalle transparent und frei von Einschlüssen sind, so kann man einen Gehalt von Sanidin oder Nephelin nicht annehmen. Ca : Na : K ist = 5 : 20 : 18. Hing ihnen noch Glasbasis an? Für diese Ansicht spricht das niedrige specifische Gewicht.

Leucit wird von Säuren, ohne zu gelatiniren, vollständig zersetzt.

Nephelin.

Die von Rammelsberg[4]) mit möglichst reinem Material angestellten Analysen führen für den Nephelin (sp. G. $2{,}_{600}$—$2{,}_{6087}$) zu der Formel $\overset{I}{R}{}^6 Al^3 Si^7 O^{26}$; $\overset{I}{R} = 5 Na + 1 K$ oder $6 Na + 1 K = 3 R^2O + 3 \ddot{Al} + 7 SiO^2$. Für das erstere Verhältniss lässt sich die Formel ausdrücken durch $5 (Na^2 Al Si^2 O^8) + K^2 Al Si^4 O^{12}$ und enthält dann im ersten Glied das (Halb-) Silikat der Sodalithgruppe, im zweiten (das normale Silikat) Leucit.

Der Kalk gehört nach Rammelsberg fremden Einmengungen an, wie Augit und Granat.

Schematisch besteht danach der Nephelin entweder aus a $(5 Na^2O + K^2O)$ oder aus b $(6 Na^2O + K^2O)$; c = Mittel aus 4 Analysen.

[1]) Breithaupt, Mineralog. Studien. 1866. 35. — [2]) Silliman, Amer. J. (2) 49. 336. 1870. — [3]) Compt. rend. 79. 870. 1874. — [4]) Monatsber. Berl. Akad. 1876. 698. Zs. geol. Ges. 29. 77. 1877.

	a	b	c
Kieselsäure	45,17	45,28	44,98
Thonerde	33,10	33,19	34,49
Natron	16,67	17,17	15,60
Kali	5,06	4,36	4,65
Kalk	—	—	0,43
	100,00	100,00	100,15

Aehnliche Zahlen liefert der Eläolith, der Nephelin der älteren plutonischen Gesteine. Zirkel[1]) wies nach, dass der licht bläulich-grüne und grünlich-graue Eläolith des norwegischen Zirkonsyenites und der licht bläulichgrüne Eläolith von Lojo, Finnland, zahlreiche mikroskopische Hornblendekrystalle enthalten, welche Färbung und Schiller der, wenn rein, farblosen Masse bedingen. Durch Kochen des Pulvers mit Salzsäure lässt sich die Hornblende isoliren, welcher der Kalk und die Magnesia der Analysen angehört. Der graulich-braune Eläolith des norwegischen Zirkonsyenites enthält mikroskopische Körner von bläulich-violettem Sodalith reichlicher als Hornblendenadeln. Die Färbung wird hier und im röthlich gelben Elaeolith von Hotsprings, Arkansas, durch mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse und Eisenoxydhydrat hervorgebracht. Scheerer[2]) fand den pulverig vertheilten Farbstoff der röthlich braunen Eläolithe von Brevig aus 30 pCt. $Si O^2$, 50 pCt. $\ddot{\ddot{Al}}$ und $\ddot{\ddot{Fe}}$, 9 pCt. Natron (und wenig Kali) und 11 pCt. Wasser zusammengesetzt und schliesst auf Diaspor, gemengt mit einem unzersetzten Silikat.

Der mit Säuren auch nach dem Glühen gelatinirende Nephelin gehört zu den natronreichsten Silikaten. Spuren von Chloriden, die sich durch Kochen mit Wasser nicht entfernen lassen, finden sich in Nephelin und Eläolith. Rauff[3]) fand geringe Mengen von Wasser (0,14 pCt.), das erst in Gebläsefeuer entweicht, und erhielt im Mittel von 5 Analysen 44,08 pCt. $Si O^2$; 33,28 pCt. $\ddot{\ddot{Al}}$; 0,19 $Mg O$; 1,57 $Ca O$; 16,00 $Na^2 O$; 4,76 pCt. $K^2 O$; 0,15 pCt. Wasser + 100,03 = $8 \overset{I}{R}$ 4 Al + 9 Si + 34 O.

Ueber Cancrinit s. complicirte Verwitterung des Nephelins.

Die Sodalithgruppe.

Sie umfasst Sodalith, Hauyn und Nosean, isomorphe Mineralien, in denen das herrschende Natronthonerdesilikat mit $Na Cl$, $Na^2 O S O^3$ und $Ca O S O^3$ verbunden ist.

Sodalith [$2 Na Cl + 3 Na^2 Al Si^2 O^8 = 3 (2 Na^2 O + Si O^2) + 3 (2 \ddot{\ddot{Al}} + 3 Si O^2) + 4 Na Cl$] enthält schematisch 19,2 pCt. $Na^2 O$; 31,8 pCt. $\ddot{\ddot{Al}}$; 37,0 $Si O^2$; 7,3 Cl, 4,7 pCt. Na (zusammen 25,5 $Na^2 O$). Oft finden sich kleine Mengen Kali, auch Kalk, Magnesia, Eisenoxyd. Sodalith, eines der natronreichsten Mineralien, gehört zu den Halbsilikaten.

[1]) Jahrb. Miner. 1870. 811. — [2]) Pogg. Ann. 109. 145. 1863, s. auch Pogg. Ann. 49. 370. 1840. — [3]) Ueber die chemische Zusammensetzung des Nephelins, Cancrinites u. Mikrosommites. Bonn 1878. 15.

Im Nosean ist das Silikat des Sodalithes mit wenig Cl Na und mit mehr $\mathrm{Na^2\,O\,S\,O^3}$ verbunden. Sieht man vom Chlor ab, dessen Menge $0{,}_{61}$—$1{,}_{08}$ pCt. beträgt, so ist der Nosean, welcher relativ zum Hauyn ärmer ist an Kalk und meist frei von Kali, kalkfrei gedacht $2\,\mathrm{Na^2\,Al\,Si^2\,O^8} + \mathrm{Na^2\,O\,S\,O^3}$, aber stets ist eine analoge Kalkverbindung beigemischt. Kleine Mengen Eisenoxyd und Wasser finden sich überall angegeben; das Maximum des Kalkes ist $4{,}_{05}$ pCt.

Der blaue oder weisse Hauyn ist dieselbe Verbindung wie der Nosean, nur reicher an Kalk (Max. $11{,}_{92}$ pCt., Minimum $7{,}_{36}$ pCt.). Das Natron ist meist von Kali (Max. $4{,}_{96}$ pCt.) begleitet, Chlor bis zu $0{,}_{66}$ pCt. vorhanden. Die allgemeine Formel für Hauyn und Nosean ist:

$$\mathrm{m\,(Ca\,S\,O^4 + 2\,Ca\,Al\,Si^2\,O^8) + n\,(Na^2\,S\,O^4 + 2\,Na^2\,Al\,Si^2\,O^8)}.$$

Aus blauen oder grünen Hauynen ist die Farbe durch verdünnte Säuren oder Erhitzen bis zum Schmelzen leicht zu vertreiben.[1]

Sodalith, Nosean und Hauyn lösen sich in mässig starken Säuren vollkommen auf und gelatiniren dann beim Stehen oder Erwärmen.

Melilith (Humboldtilith).

Melilith, ein kalkreiches, Magnesia und Alkali (Natron und Kali) führendes Thonerdesilikat, in dem ausserdem Eisenoxyde vorkommen, ist $6\,\mathrm{R^2\,Si\,O^4} + \overset{\mathrm{VI}}{\mathrm{R}}{}^2\,\mathrm{Si^3\,O^{12}} = 6\,(2\,\mathrm{R\,O\,Si\,O^2}) + 2\,(\dddot{\mathrm{R}}\;3\,\mathrm{Si\,O^2})$; $12\,\mathrm{R\,O} = \overset{\mathrm{I}}{\mathrm{R}}{}^2\,\mathrm{O} + 11\,\mathrm{R\,O}$; $\mathrm{R^2\,O} = \mathrm{Na^2\,O}, \mathrm{K^2\,O}$; $\mathrm{R\,O} = \mathrm{Ca\,O}, \mathrm{Mg\,O}$; $\dddot{\mathrm{R}} = \dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}, \dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$. Im Mittel enthält er 32 pCt. Kalk, 39 pCt. Kieselsäure; Maximum des Eisenoxydes 10 pCt.

Melilith, der mit Säuren vor und nach dem Glühen gelatinirt, gehört zu den kalkreichsten Doppelsilikaten.

Epidot (Pistazit).

Epidot $\mathrm{H^2\,Ca^4} \left.\begin{matrix}\mathrm{Al}\\ \mathrm{Fe}\end{matrix}\right\}^3 \mathrm{Si^6\,O^{26}} = 4\,\mathrm{Ca\,O},\; 3\left\{\begin{matrix}\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\\ \dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\end{matrix}\right\}, 6\,\mathrm{Si\,O^2}, \mathrm{H^2\,O}$ ist ein kalkreiches Thonerde-Eisenoxyd-Mineral, in welchem die beiden isomorphen Mischungen Thonerde-Epidot und Eisenoxyd-Epidot (beobachtetes Maximum von $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ $16{,}_5$ pCt.) neben einander auftreten. Erst bei sehr hoher Temperatur, etwa bei beginnender Weissglühhitze, tritt H als Wasser aus, dessen Menge dann nahezu 2 pCt. beträgt. Es reagirt sauer in Folge einer kleinen Menge Salzsäure. Das Mineral ist dann durch Säuren vollkommen aufschliessbar und gelatinirt.

Ausserdem treten kleine Mengen von Fe O (Max. $3{,}_{59}$ pCt.) auf, ferner Mn O, Mg O, Cl, Alkali (K, Na, Li), $\mathrm{Ti\,O^2}$, nach Hermann auch Borsäure. Sie rühren zum Theil von Einschlüssen her, wie z. B. von Tremolit, Magneteisen.

Schematisch ist Thonerde-Epidot und Eisenoxyd-Epidot zusammengesetzt aus:

[1] Vogelsang, Ueber die natürlichen Ultramarinverbindungen. 1873. 34.

$Si O^2$	39,52	33,27
$\dddot{Al}$	33,92	—
$\dddot{Fe}$	—	44,86
Ca O	24,59	20,70
Wasser	1,97	1,67
	100,00	100,00

Im Manganepidot ist R^3 = 0,5 Fe, 1 Mn, 1,5 Al.

Dieselbe Zusammensetzung wie Epidot hat Zoisit, in welchem neben Kalk kleine Mengen Magnesia und Kali vorkommen. Auch eine chromhaltige Varietät ist bekannt. Eisenoxydmaximum 6—8 pCt.

Ludwig, Zs. geol. Ges. 24. 465. 1872, und Tschermak, Min. Mitth. 1872. 187.
Rammelsberg, „ 16. 650.
Rammelsberg, Monatsber. Berl. Akad. 1873. 439.

Granat.

In der Granatgruppe $(\overset{II}{R}{}^3 \overset{VI}{R} Si^3 O^{12} = 3 R O + \dddot{R} + 3 Si O^2)$ ist $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Fe, Mn (Cr?); $\dddot{R}$ = $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$, $\dddot{Cr}$. Von R O kommt seltener ein Oxyd allein vor, meist sind zwei oder mehrere vorhanden; von R findet sich Thonerde bisweilen allein und fehlt nur selten ganz. Nach $\dddot{R}$ lassen sich Thonerde-, Eisenoxyd- und Chromoxyd-Granat unterscheiden. Manche Granaten sind reich an Titansäure, nach Knop enthält Melanit von Frascati 3,02 pCt.

Das gewöhnliche Vorkommen bilden Eisenoxydul- Magnesia- Thonerdegranaten,[1]) Almandin und Pyrop, letztere nach Moberg durch einen Gehalt an Chromoxydul ausgezeichnet. Diese Gruppe ist durch Uebergänge einerseits mit dem Kalkthongranat (Grossular) und dem seltenen Manganoxydulthonerdegranat (Spessartin) verbunden, andererseits mit dem Kalkeisenoxydgranat (dahin Melanit), in welchem neben Kalk bisweilen grössere Mengen Magnesia oder Manganoxydul auftreten. Der seltene Chromoxydgranat (Uwarowit) führt von R O wesentlich Kalk neben Mg O und Fe O. Die Schwankung von R O und $\dddot{R}$ ist in Folge des Zusammentretens der einzelnen Grundmischungen bedeutend. Als Maxima kennt man von

	$Si O^2$,	$\dddot{Al}$,	$\dddot{Fe}$,	$\dddot{Cr}$,	Ca O,	Mg O,	Fe O,	Mn O,	Cr O
pCt.	43;	24;	31,5;	23;	37;	22;	39;	34;	4,2.

Es kommen einerseits thonerdefreie und eisenoxydfreie, andererseits kalkfreie-eisenoxydulreiche und kalkreiche-eisenoxydulfreie Granaten vor, während meist Magnesia und Eisenoxydul zurücktreten. Die Granaten der Serpentine und Eklogite zeichnen sich durch hohen Magnesiagehalt aus. Magnesiareiche Granaten haben ein geringes specifisches Gewicht; Delesse fand es für vielleicht nicht frischen Granat von Narouel, aus Serpentin der Vogesen, mit 22 pCt. Mg O zu 3,150. Schematisch ist

[1]) Im Granat der Kochelwiesen bei Schreiberhau fand Websky 2,64 pCt. Yttererde und im wasserhellen Granat von Jordansmühl 0,18 pCt. Ni O.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	$\dddot{Cr}$	CaO	FeO	MnO	MgO
$3\,CaO, \dddot{Al}, 3\,SiO^2 =$	40	22,8	—	—	37,2	—	—	—
$3\,FeO, \dddot{Al}, 3\,SiO^2 =$	36,1	20,6	—	—	—	43,3	—	—
$3\,MgO, \dddot{Al}, 3\,SiO^2 =$	44,7	25,5	—	—	—	—	—	29,8
$2{,}4MgO; 0{,}3FeO; 0{,}3CaO, \dddot{Al}, 3SiO^2 =$	43,1	24,7	—	—	4	5,2	—	23
$3\,MnO, \dddot{Al}, 3\,SiO^2 =$	36,3	20,7	—	—	—	—	43	—
$3\,CaO, \dddot{Fe}, 3\,SiO^2 =$	35,4	—	31,5	—	33,1	—	—	—
$3\,CaO, \dddot{Cr}, 3\,SiO^2 =$	36	—	—	30,4	33,6	—	—	—

Kalkthongranat gehört zu den kalkreichsten, Eisenoxydulthonerdegranat zu den eisenoxydulreichsten Mineralien.

Vesuvian.

Er giebt in sehr hoher Temperatur Wasser (bis 3 pCt.) ab und gelatinirt nach Schmelzen oder starkem Glühen mit Salzsäure, während er vorher von Säuren wenig angegriffen wird. Das kalkreiche, neben Thonerde Eisenoxyd enthaltende Mineral führt meist noch etwas Magnesia und Alkali (Natron), bisweilen auch Eisenoxydul. Mittel etwa 38 pCt. $Si\,O^2$, 12—16 pCt. $\dddot{Al}$ und 9 bis 3 pCt. $\dddot{Fe}$, 36 pCt. Kalk; Rest Wasser, Magnesia, Alkali, Eisenoxydul. Die gewöhnliche Varietät ist nahezu $8\overset{I}{R} + 24\overset{II}{R} + 6\overset{VI}{R} + 21\,Si + 88\,O$; dem Vesuvian von Wilui kommt eine andere Formel zu.

Dichroit (Cordierit).

Im Dichroit, einem Magnesia-Thonerde-Eisensilikat, entweder $\overset{II}{R}{}^2 Al^2 Si^5 O^{18}$ oder vielleicht $\overset{II}{R}{}^3 Al^3 Si^8 O^{28}$, sind die Oxydationsstufen des Eisens nicht genau bestimmt. Neben fast eisenfreien kommen bis 9 pCt. Eisenoxyd enthaltende Dichroite vor. Ausserdem finden sich kleine Mengen von Kalk, Manganoxydul und Lithion.

Im Mittel enthält Dichroit 50 pCt. $Si\,O^2$, 32 pCt. $\dddot{Al}$, 11 pCt. Mg O; der Rest kommt auf Eisenoxyd, Manganoxydul, Kalk.

Schematisch und eisenfrei besteht Dichroit, der von Säuren nur wenig angegriffen wird, aus 52,8 pCt. $Si\,O^2$; 34 pCt. $\dddot{Al}$; 13,2 pCt. Mg O.

Turmalin.

Die Turmaline, eine Mineralgruppe von sehr complicirter Zusammensetzung, sind isomorphe Mischungen der Drittelsilikate $\overset{I}{R}{}^6 Si\,O^5$, $\overset{II}{R}{}^3 Si\,O^5$, $\overset{VI}{R}\,Si\,O^5$. Sie enthalten ausser Si, Al und B (B = Al) von $\overset{I}{R}$ H, K, Na, Li, Fl; von $\overset{II}{R}$ Mg, Fe, Mn, Ca; von $\overset{VI}{R}$ tritt $\overset{VI}{Fe}$ nur in sehr geringer Menge neben $\overset{VI}{Al}$ und $\overset{VI}{B}$ auf. Rammelsberg bringt sie in zwei Abtheilungen; in der ersten ist B : Al : Si = 1 : 2 : 4; in der zweiten = 2 : 6 : 9. Die Glieder beider Abtheilungen enthalten immer ein- und zweiwerthige Elemente, welche letztere in der zweiten Abtheilung sehr zurücktreten, ja fast ganz verschwinden. Die erste umfangreichere Abtheilung enthält die gelben, braunen und (scheinbar) schwarzen

Turmaline, die zweite die farblosen, rothen und schwach grünen Turmaline, welche durch die Gegenwart von Lithion, durch die grosse Menge der Thonerde (43 pCt.), durch geringen Gehalt an Mn und Mg und den fast gänzlichen Mangel an Fe ausgezeichnet sind.

Alle Turmaline enthalten, ähnlich wie die Glimmer, H, das sie in der Glühhitze als Wasser neben Fluorkiesel abgeben; der Gewichtsverlust beträgt 2—3,5 pCt. Die Menge des Fluors steigt bis 1,19 pCt., die der direkt bestimmten Borsäure auf 10—11 pCt.

Die Glieder der ersten Abtheilung bestehen aus den Mol. $\overset{I}{R}{}^6 Al^2 B Si^4 O^{20} + \overset{II}{R}{}^3 Al^2 B Si^4 O^{20}$, die der zweiten Abtheilung aus den Mol. $\overset{I}{R}{}^6 Al^6 B^2 Si^9 O^{45} + \overset{II}{R}{}^3 Al^6 B^2 Si^9 O^{45}$.

In der ersten Reihe der ersten Abtheilung[1]) sind die beiden Molecüle in dem Verhältniss 1 : 2 enthalten, so dass $\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \overset{VI}{Al} = 1 : 1 : 1$ ist. $\overset{II}{R}$, vorzugsweise Mg und Fe, wechselt in der Art, dass entweder Mg und Fe oder vorwiegend Mg oder vorwiegend Fe vorhanden ist; ebenso wechselt das Verhältniss von H : Na (K).

In der zweiten, durchgängig magnesiaarmen Reihe enthalten die Eisenoxydul-Turmaline die beiden Molecüle im Verhältniss von 5 : 2, so dass $\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \overset{VI}{R} = 5 : 2 : 3$ wird. Maximum von Mn O = 3,59 pCt., von Fe O 13,17 pCt.

In der zweiten Abtheilung ist unter $\overset{I}{R}$ ausser H, Na, K noch Li in bestimmbarer Menge vorhanden; sie sind im Ganzen eisenfrei und da sie zugleich wenig Mg und Mn enthalten, so treten die einwerthigen Elemente in den Vordergrund. Die farblosen Turmaline von Elba sind wesentlich nur Alkaliturmaline $= \overset{I}{R}{}^6 Al^6 B^2 Si^9 O^{45}$.

Eine dritte Abtheilung, zu welcher Rammelsberg die grünen Turmaline von Brasilien, Chesterfield, Mass., und Paris, Maine, rechnet, geht aus der isomorphen Mischung der beiden ersten Abtheilungen hervor und enthält Eisen und Lithion.

Als Maxima finden sich in Procenten

H^2O	K^2O	Na^2O	Li^2O	MgO	FeO	MnO	CaO	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{B}$	Fl
3,04	2,17	2,60	1,47	14,89	17,40	3,59	1,81	41,16	44,05	11,64	1,19 %

Da Kalk und Manganoxydul oft ganz fehlen, so sind die Turmaline als alkalihaltige, sehr thonerdereiche Magnesia-Eisenoxydulsilikate zu bezeichnen in denen der hohe Gehalt an Bor bemerkenswerth ist.

Säuren zersetzten Turmalin nicht, selbst Fluorwasserstoffsäure zerlegt nur den zuvor geglühten leicht und vollständig.

[1]) Der Lithiongehalt ist nicht immer bestimmbar.

Chlorit.

Die Chloritgruppe umfasst eine Reihe meist grüner Mineralien, welche sich durch Struktur und Härte zwischen Talk und Glimmer stellen und nach einer Richtung leicht spalten in biegsame, aber sehr wenig elastische Blättchen. Sie enthalten ausser Si und Al wesentlich Mg, Fe und geben erst in starker Glühhitze Wasser. Wo die Menge des Eisenoxydes bestimmt wurde, ist sie geringer als die des Eisenoxyduls. Ausserdem finden sich kleine Mengen Mn O, Ca O, Ni O, hier und da Alkali; Chromoxyd steigt (Kämmererit von Texas, Penns.) auf 6,85 pCt. Verwachsungen und ausserdem Einmengungen fremder Mineralien machen die Analysen ungleich.

Des Cloizeaux zerfällt die Gruppe in Klinochlor (= Ripidolith, v. Kobell), Pennin (dazu Leuchtenbergit, Kämmererit und der weisse Chlorit von Mauléon) und Ripidolith (Chlorit, Werner), zu welchem er den Delessit stellt.

Nimmt man das Eisen als Oxydul, so ergiebt sich für Klinochlor und Pennin die Formel $\overset{II}{R}{}^5 \bar{R} Si^3 O^{14} + 4 H^2 O$ oder, H als chemisch gebunden betrachtet, $H^2 \overset{II}{R}{}^5 Si^3 O^{12} + H^6 Al O^6$ und die schematische Zusammensetzung 32,5 pCt. $Si O^2$; 18,5 pCt. $\dddot{Al}$, 36 pCt. Mg. O, 13 pCt. $H^2 O$. Es kommen sehr eisenarme- magnesiareiche und eisenreiche- magnesiaarme Abänderungen vor. Maximum von Mg O 37,60 pCt., von Fe O 11,36 pCt.

Die sehr abweichenden Analysen des eisenreicheren Ripidoliths ergeben $2 H^2 R^5 Si^3 O^{12} + 3 H^6 \bar{R} O^6$ mit etwa 26 pCt. $Si O^2$, 22 pCt. $\dddot{Al}$, 40 Mg O Fe O, 12 pCt. Wasser. Das Minimum des Eisenoxyduls ist 14,8 pCt., das Maximum 29,76 pCt.[1])

Nach dem Vorkommen darf man den Chlorit als ein sekundäres Mineral ansehen.

Die Analysen von G. Hawes[2]) führen für das chloritische Mineral „Diabantit" (Delessit) der Diabase des Connecticutthales zu der einfachen Formel $12 R O + 2 \dddot{Al} + 9 Si O^2 + 9 aq = (12 R O + 6 Si O^2) + (2 \dddot{Al} + 3 Si O^2) + 9 aq$, also zu Halbsilikat. Berechnet man für 12 R O das Verhältniss von Mg O: Fe O = 5 : 4, so ergiebt sich = 17,11 pCt. Mg O, 24,64 Fe O; 13,21 $\dddot{Al}$; 34,64 $Si O^2$ und 10,38 pCt. Wasser. Neben etwa 11 pCt. Thonerde finden sich etwa 2,5 pCt. Eisenoxyd.

Nach Procenten geordnet, enthalten die angeführten Silikate an einzelnen Bestandtheilen in abnehmender Reihe nach Formel und Beobachtung, wobei die eingeklammerten Zahlen angeben, wie weit die Mengen in Betracht gezogen sind:

[1]) Die Analysen nordamerikanischer Ripidolithe (s. Korundveränderungen) geben nur 5 pCt. Fe O neben 28—30 pCt. Mg O. — [2]) Sill. Amer. J. (3) 9. 455. 1875.

Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxydul	Eisenoxyd	Thonerde	Borsäure	Kieselsäure
Leucit	Sodalith	Kalkthongranat	Olivin	Eisenolivin	Eisenoxyd-Magnesiaglimmer	Turmalin	Turmalin	Albit
Orthoklas	Nosean	Melilith	Serpentin	Eisenthongranat	Kalkeisengranat	Natrongl.	(11 pCt.)	Orthoklas
Mikroklin	Hauyn	Titanit	Enstatit	Hypersth.	Epidot	Anorthit		Mikroklin
Kaliglimmer	Nephelin	Augit (Pargas)	Talk	Olivin	Hornbl.	Kaligl.		Oligoklas
Magnesiaglimmer	Albit	Epidot	Magnesiaglimmer	Hedenbergit	Dichroit	Nephelin		Talk
Nephelin	Oligoklas	Augit	Chlorit	Magnesia-Eisenglimmer	Augit	Magnesiaglimmer		Andesin
Hauyn	Andesin	Anorthit	Tremolit	Talk	(8 pCt.)	Sodalith		Enstatit
(5 pCt.)	Natrongl.	Diallag	Hypersthen	Augit		Nosean		Labrador
	Labrador	Hornblende	Strahlstein	Hornbl.		Hauyn		Leucit
	(5,7 pCt.)	Hauyn	Granat	(22 pCt.)		Labrador		Hypersth.
		Labrador	Hornbl.			Andesin		Kaligl.
		Andesin	Augit			Granat		Magnesiaglimmer
		Oligoklas	Dichroit			Leucit		Dichroit
		(3 bis 4,8 pCt.)	Turmalin			Oligoklas		Augit
			(10—13 pCt.)			Epidot		Hornbl.
						Albit		Anorthit
						Orthoklas		Serpentin
						Hornbl.		Nephelin
						(15 pCt.)		Olivin
								Granat
								Epidot
								(ca.40 pCt.)

3. Karbonate.

Die hier erwähnten Karbonate sind wasserfreie, neutrale Verbindungen $\overset{II}{R}CO^3 = ROCO^2$; $RO = CaO$, MgO, FeO, MnO, ZnO, CoO;[1] BaO; SrO, PbO. Diese isodimorphen Karbonate treten rhomboëdrisch und rhombisch auf; am häufigsten sind die ersteren Formen, die rhombischen sind immer sekundärer und neptunischer Entstehung. Zu ihnen gehören Aragonit ($CaOCO^2$), Strontianit ($SrOCO^2$), Witherit ($BaOCO^2$), Weissbleierz (Cerussit) ($PbOCO^2$), Alstonit ($BaOCO^2 + CaOCO^2$).

In Folge der Isomorphie sind in beiden Gruppen chemisch reine, nur Ein Monoxyd enthaltende Karbonate selten. In der rhombischen Gruppe ist das Zusammentreten der einzelnen Grundverbindungen seltener als in der rhomboëdrischen Abtheilung. In letzterer sind die so entstehenden Mineralien von verschiedenen Autoren verschieden geordnet und zum Theil mit besonderen Namen belegt.

Zu der rhomboëdrischen Abtheilung gehören:

Kalkspath, $CaOCO^2$, bei weitem das häufigste Karbonat, dicht als Kalkstein,

[1]) Kobaltspath (Sphaerocobaltit) in Schneeberg von Weissbach gefunden, J. Miner. 1877. 409. Sénarmont stellte (1850) künstlich das rhomboëdrische Nickelkarbonat ($NiO + CO^2$) dar, welches als Mineral für sich nicht bekannt ist.

Dolomit, m Ca O C O^2 + n Mg O C O^2; auch dicht. (Normaldolomit = 1 Ca O C O^2 + 1 Mg O C O^2) (Mengung von Kalk und Dolomit, dolomitischer Kalk, ist häufig),

Ankerit und Braunspath (Ca O, Mg O, Fe O, Mn O) + Co^2.

Sparsamer sind:

Talkspath, Mg O C O^2,
Eisenspath (Siderit) Fe O C O^2,
Manganspath (Rhodochrosit, Dialogit) Mn O C O^2,
Zinkspath (Smithsonit) Zn O C O^2,
Kobaltspath Co O C O^2.

Zur rhombischen Abtheilung gehört noch der seltene
Manganocalcit (R O = Mn O, Ca O, Mg O, Fe O), und
Iglesiasit (R O = 6 Pb O + 1 Zn O).

Während in den beiden letzteren Mineralien Mg O, Fe O, Mn O, Zn O in der rhombischen Form auftreten, ist im rhomboëdrischen Plumbocalcit (32 CaOCO^2 + Pb O C O^2 Hauer und Johnston, 17 Ca O C O^2 + 2 Pb O C O^2 Höfer)[1]) Pb O C O^2 rhomboëdrisch. Die Verbindung Ba O C O^2 + Ca O C O^2 ist als Alstonit rhombisch, als Barytocalcit monoklin. Liegt nicht daraus der Schluss nahe, dass alle die genannten Karbonate trimorph seien und auch für sich in der monoklinen Form des Barytocalcites existiren können?

Ca O C O^2	=	C O^2	44	pCt.	+ 56	pCt.	Ca O
Mg O C O^2	=	„	52,38	„	47,62	„	Mg O
Fe O C O^2	=	„	37,93	„	62,07	„	Fe O
Mn O C O^2	=	„	38,26	„	61,74	„	Mn O
Zn O C O^2	=	„	35,20	„	64,80	„	Zn O
Co O C O^2	=	„	36,97	„	63,03	„	Co O
Ba O C O^2	=	„	22,34	„	77,66	„	Ba O
Sr O C O^2	=	„	29,82	„	70,18	„	Sr O
Pb O C O^2	=	„	16,48	„	83,52	„	Pb O

Da alle diese Karbonate in kohlensaurem Wasser löslich sind, so erklärt sich bei den auf neptunischem Wege entstandenen die Gegenwart fremder Karbonate und ebenso das Vorkommen anderer Verunreinigungen.

Kalkspath und Kalkstein.

Vom rhomboëdrisch krystallisirten Kalkkarbonat, Kalkspath, kommen strahlige und faserige Abänderungen vor, sowie körnige und dichte; die beiden letzteren heissen Kalkstein oder kurz Kalk, und, wenn politurfähig, Marmor. Die verschiedenen Beimengungen, welche Farbe und Durchsichtigkeit verändern, bedingen eine Menge Namen.

Häufig sind im Kalkspath, auch dem durchsichtigen, kleine Mengen anderer Karbonate enthalten;[2]) sie fehlen noch weniger im dichten Kalk, der ausser-

[1]) Jahrb. Miner. 1871. 80. — [2]) Ein fast weisser, kaum merklich gelber Kalkspath aus Sibirien wurde beim Glühen dunkel, nach dem Erkalten blutroth; nach Berzelius (Jahresber. f. 1833. 195) war das Färbende kohlensaures Kupferoxydul.

dem mechanisch beigemengt eine Reihe von Mineralien führen kann, wie Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, Kohle, Bitumen, Thon, Kieselsäure, Silikate, Sand, Schwefelkies, Graphit u. s. w.

Die Zunahme von $Mg O C O^2$ führt zum Bitterspath (Dolomit), die von $Mg O$, $Fe O$, $Mn O C O^2$ zum Ankerit.

Auch das rhombische Kalkkarbonat Aragonit enthält oft, ohne dass jedoch dadurch das Krystallsystem bedingt wird, geringe Mengen anderer Karbonate, namentlich $Sr O C O^2$ und $Mg O C O^2$; im Tarnowitzit findet sich $Pb O C O^2$.

In vielen späthigen Kalken und Aragoniten hat Jenzsch[1]) einen geringen Gehalt von Fluor nachgewiesen.

Amorphes Kalkkarbonat findet sich in Niederschlägen aus Lösungen gewisser Kalksalze mit organischen Säuren.

Talkspath und Magnesit.

Krystallisirtes Magnesiakarbonat, Talkspath, und dichtes, Magnesit, enthalten meist etwas $Fe O C O^2$, aber auch $Mn O C O^2$ und $Ca O C O^2$. Der dichte Magnesit führt oft noch Quarz, Opal und Silikate in Folge seiner Entstehungsweise.

Eisenspath (Siderit, Spatheisenstein).

Frisch hellfarbig, meist durch Verwitterung grau bis braun. Fast stets $Mn O C O^2$ (bis 44 pCt.)[2]) enthaltend, meist nur untergeordnet $Mg O C O^2$ und $Ca O C O^2$, oft auch Kieselsäure. Mehr oder weniger durch Thon verunreinigter Spatheisenstein heisst nach der meist rundlichen Form des Vorkommens thoniger Sphaerosiderit (Thoneisenstein, fer carbonaté lithoide, ball-iron); Eisenspath mit Steinkohle und Thon gemengt, heisst Kohleneisenstein (Blackband), in dem der Gehalt an Spatheisen grossem Wechsel unterliegt.

Wegen der Neigung strahligfaserige und krummblättrige Partien mit halbkugeliger Oberfläche zu bilden nannte Hausmann den Eisenspath Sphaerosiderit.

Manganspath (Dialogit).

Annähernd reines Manganoxydulkarbonat ist selten, meist enthält es noch Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulkarbonat. Im rothen Manganspath von Rheinbreitbach fand Bergemann $3{,}_{71}$ pCt. $Co O C O^2$ neben $Ca O C O^2$, $Mg O C O^2$ und Kieselsäure.

Manganocalcit (mit Form und Struktur des Aragonites) von Schemnitz ist $2 Mn O C O^2 + (Ca O Mg O Fe O C O^2)$. Nach G. Rose[3]) scheint das Eisen als Eisenoxyd eingemengt zu sein.

Witherit und Strontianit

enthalten oft kleine Mengen Kalk, auch Eisenoxydul.

[1]) Pogg. Ann. 96. 145. 1855. — [2]) Die zu Spiegeleisen verwendeten Erze von Nordnassau und Südwestphalen enthalten $13{,}_{50}$—$18{,}_{20}$ pCt. $Mn O C O^2$. — Oligonspath, Breithaupt $= 3 Fe O C O^2 + 2 Mn O C O^2$; Sideroplesit, Breithaupt $= 2 Fe O C O^2 + 1 Mg O C O^2$. — [3]) Abhandl. Berl Akad. 1856. 57.

Dolomit, Ankerit (Braunspathe), Mesitin, Mangandolomit.

Als Dolomit (Bitterspath) kommen vor die Verbindungen

$$CaO\,CO^2 + MgO\,CO^2 \text{ (Normal-Dolomit)},$$
$$3\,CaO\,CO^2 + 2\,MgO\,CO^2,$$
$$2\,CaO\,CO^2 + 1\,MgO\,CO^2.$$

In ihnen finden sich oft kleine Mengen von $FeO\,CO^2$, $MnO\,CO^2$, seltener von $ZnO\,CO^2$.[1]) Durch Zunahme von $FeO\,CO^2$ und $MnO\,CO^2$ verläuft Dolomit in Ankerit[2]) $= m\,CaO\,CO^2 + n\,(MgO,\ FeO,\ MnO\,CO^2)$, in welchen $MnO\,CO^2$ die geringste Menge auszumachen pflegt, während das Verhältniss von $CaO : MgO,\ FeO,\ MnO$ und von $MgO : FeO$ wechselt.

Die Verbindungen aus $m\,MgO\,CO^2 + n\,FeO\,CO^2$ bezeichnet man als Mesitin (Breunerit) und als Normal-Mesitin (= Pistomesit, Breithaupt) $1\,MgO\,CO^2 + 1\,FeO\,CO^2$. In den Mesitinen kommen geringe Mengen von $CaO\,CO^2$ vor. Durch Zunahme von $FeO\,CO^2$ verlaufen Ankerite und Mesitine in kalk-, magnesia- und manganhaltige Eisenspäthe.

Als Mangandolomite (Mangankalk, Hisinger und Hausmann) lassen sich die wesentlich aus $CaO\,CO^2 + MnO\,CO^2$ bestehenden Verbindungen bezeichnen. In dem von Langbanshytta fand Beudant $2\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,CO^2$, Hisinger $4\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,CO^2$, Tyler im Spartait (Breithaupt) = Calcimangit (Shepard) von Sterling, New Jersey. $4\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,CO^2$, Röpper[3]) in einer anderen Varietät ebendaher $8\,CaO\,CO^2 + 6\,MnO\,CO^2 + 1\,MgO\,CO^2$, Richter und Jenzsch etwa $6\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,(MgO)\,CO^2$ neben etwas Zinkoxydkarbonat, Simianowsky[4]) in der Abänderung vom Radhausberg (Gastein) $7\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,CO^2$, Haushofer in einer Abänderung $15\,CaO\,CO^2 + 2\,MnO\,(FeO)\,CO^2$, Berthier im Mangandolomit von Tetela, Mexiko, $11\,CaO\,CO^2 + 1\,MnO\,CO^2$.[5])

$1\,CaO\,CO^2 + 1\,MgO\,CO^2 = 54{,}35\,CaO\,CO^2 + 45{,}65\,MgO\,CO^2$ = Normal-Dolomit,

$3\,CaO\,CO^2 + 2\,MgO\,CO^2 = 64{,}10\,CaO\,CO^2 + 35{,}90\,MgO\,CO^2$ = Dolomit.

$2\,CaO\,CO^2 + 1\,MgO\,CO^2 = 70{,}42\,CaO\,CO^2 + 29{,}58\,MgO\,CO^2$ = Dolomit,

$2\,CaO\,CO^2 + 1\,MgO\,CO^2 + 1\,FeO\,CO^2 = 50{,}00\,CaO\,CO^2 + 21{,}00\,MgO\,CO^2 + 29{,}00\,FeO\,CO^2$ = Ankerit,[6])

$3\,CaO\,CO^2 + 2\,MgO\,CO^2 + 1\,FeO\,CO^2 = 51{,}3\,CaO\,CO^2 + 28{,}8\,MgO\,CO^2 + 19{,}9\,FeO\,CO^2$ = Ankerit,[7])

[1]) Grobkörniger, karmoisinrother, rhomboëdrisch spaltbarer Bitterspath von Przibram enthält nach Gibbs 7,42 pCt. $CoO\,CO^2$, entsprechend $6\,CaO\,CO^2 + 5\,MgO\,CO^2 + 1\,CoO\,CO^2$. — [2]) Dana rechnet zum Ankerit die Doppelkarbonate von CaO, MgO, FeO, $MnO + CO^2$, welche wenigstens 10 pCt. $FeO\,CO^2$ enthalten und mindestens ein sp. G. von 2,95 haben. Der Name Braunspath bezieht sich auf die durch Oxydation von $FeO\,CO^2$ und $MnO\,CO^2$ bewirkte Färbung. — [3]) Jahrb. Miner. 1870. 892. Der von Kenngott für diese Abänderung vorgeschlagene Name Röpperit ist auf den in Sterling vorkommenden Eisenmanganzink-Olivin beschränkt worden. (S. 7.) — [4]) Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 233. — [5]) Jahrb. Miner. 1844. 469. — [6]) Normal-Ankerit, Boricky. — [7]) Normal-Parankerit, Boricky.

$4\,CaOCO^2 + 3\,MgOCO^2 + 1\,FeOCO^2 = 52{,}08\,CaOCO^2 + 32{,}81\,MgOCO^2$
$+ 15{,}01\,FeOCO^2 =$ Ankerit,[1])
$5\,CaOCO^2 + 3\,MgOCO^2 + 2\,FeOCO^2 = 50{,}8\,CaOCO^2 + 25{,}6\,MgOCO^2$
$+ 23{,}6\,FeOCO^2 =$ Ankerit,
$5\,CaOCO^2 + 2\,MgOCO^2 + 2\,FeOCO^2 = 55{,}5\,CaOCO^2 + 18{,}7\,MgOCO^2$
$+ 25{,}8\,FeOCO^2 =$ Ankerit,
$4\,CaOCO^2 + 3\,MgOCO^2 + 2\,FeOCO^2 = 45{,}3\,CaOCO^2 + 28{,}5\,MgOCO^2$
$+ 26{,}2\,FeOCO^2 =$ Ankerit,
$9\,CaOCO^2 + 4\,MgOCO^2 + 5\,FeOCO^2 = 49{,}6\,CaOCO^2 + 18{,}5\,MgOCO^2$
$+ 31{,}9\,FeOCO^2 =$ Ankerit,
$1\,MgOCO^2 + 1\,FeOCO^2 = 42{,}0\,MgOCO^2 + 58{,}0\,FeOCO^2 =$ Normal-Mesitin,
$2\,MgOCO^2 + 1\,FeOCO^2 = 59{,}2\,MgOCO^2 + 40{,}8\,FeOCO^2 =$ Mesitin,
$2\,CaOCO^2 + 1\,MnOCO^2 = 63{,}5\,CaOCO^2 + 36{,}5\,MnOCO^2 =$ Mangan-Dolomit,
$4\,CaOCO^2 + 1\,MnOCO^2 = 77{,}7\,CaOCO^2 + 22{,}3\,MnOCO^2 =$ Mangan-Dolomit,
$7\,CaOCO^2 + 1\,MnOCO^2 = 85{,}9\,CaOCO^2 + 14{,}1\,MnOCO^2 =$ Mangan-Dolomit,
$8\,CaOCO^2 + 6\,MnOCO^2 + 1\,MgOCO^2 = 50{,}8\,CaOCO^2 + 5{,}4\,MgOCO^2$
$+ 43{,}8\,MnOCO^2 =$ Mangan-Dolomit.

Dolomitischer Kalk.

Mengungen von Kalk und Dolomit treten häufig und meist feinkörnig auf. Die fremden Beimengungen sind dieselben wie bei Kalken und Dolomiten. Schwache Säuren lösen vorzugsweise den Kalk auf und lassen den Dolomit zurück.

4. Sulfate.

Von den Sulfaten sind der wasserfreie Anhydrit ($CaSO^4 = CaOSO^3$) und der wasserhaltige Gyps ($CaOSO^3 + 2\,aq$) viel häufiger als der wasserfreie Schwerspath ($BaOSO^3$) und der wasserfreie Cölestin ($SrOSO^3$). Schematisch ist in Procenten

Anhydrit	$= 58{,}82\,SO^3 + 41{,}18\,CaO$
Gyps	$= 46{,}51\,SO^3 + 32{,}56\,CaO + 20{,}93\,aq$
Schwerspath	$= 34{,}33\,SO^3 + 65{,}67\,BaO$
Cölestin	$= 43{,}58\,SO^3 + 56{,}42\,SrO$

Anhydrit und Gyps.

Krystallisirt, krystallinisch körnig, dicht, faserig. Nicht selten durch Steinsalz, Sulfate von Magnesia und Natron, Kalkkarbonat, Eisenoxyd, Kieselsäure,

[1]) Tautoklin, Breithaupt (mit 2,09 pCt. $MnOCO^2$).

Thon und Bitumen verunreinigt. Feinkörniger weisser oder schönfarbiger Gyps heisst Alabaster. Gemenge von Anhydrit und Gyps sind häufig, da Anhydrit durch Wasseraufnahme in Gyps sich umwandelt. Spektralanalytisch lässt sich in vielen Gypsen Strontium nachweisen nach Dieulafait.[1]

Schwerspath.

Krystallisirt, krystallinisch körnig, dicht, faserig, erdig. Schwerspath enthält oft den isomorphen Cölestin beigemengt; in den kleinen braungelben Krystallen aus den Braunkohlen von Görzig steigt die Menge des Cölestins auf $15{,}12$ pCt. Manche Abänderungen führen Thonerde, Eisenoxyd, Kieselsäure, Bitumen und kohlige Substanz (Hepatit).

Cölestin.

Vorkommen wie Schwerspath. Häufig sind kleine Mengen von Kalk- oder Barytsulfat vorhanden, bisweilen auch von Eisenoxyd, Kieselsäure, Bitumen. Die blaue Färbung des Jenenser (und Thüringer) Cölestins rührt nicht von Eisenphosphat her, sondern von organischer Substanz. Dunkelblauer Cölestin der Thüringer Trias gab nach E. Schmid $0{,}47$ pCt. Glühverlust.

5. Chlor- und Fluorverbindungen.

Salz (Steinsalz) Na Cl.

Salz ($Cl\,Na = 60{,}68$ pCt. Cl und $39{,}32$ pCt. Na) findet sich in Krystallen, krystallinisch körnig, faserig. Rein oder verunreinigt durch $Mg\,Cl^2$, $Ca\,Cl_2$, oft mit $Ca\,O\,S\,O^3$, $Mg\,O\,S\,O^3$, $Na^2\,O\,S\,O^3$, $Ca\,O\,C\,O^2$, $Mg\,O\,C\,O^2$, seltener mit K Cl. Durch Beimengungen (Bitumen, Eisenoxyd, Thon u. s. w.) gefärbt. Ausserdem kommen mit Steinsalz Sulfate und Chloride von Kali und Magnesia, Boracit und anderen Mineralien zusammen vor. Auch ein Gehalt an Brom- und Jodverbindungen und von Salmiak ist beobachtet. In einzelnen Fällen sind Gase eingeschlossen, welche beim Auflösen entweichen, Knistersalz.

Flussspath $Ca\,Fl^2$.

Flussspath ($48{,}72$ pCt. Fl und $51{,}28$ pCt. Ca) enthält nicht selten kleine Mengen von Kalkphosphat, Chlor,[2] Eisenoxyd, Thonerde und schliesst fremde Mineralien ein (Quarz, Chlorit, Apatit, Kiese u. s. w.). Oft durch organische Substanz[3] (gelb, blau, grün, grau) gefärbt. Krystalle, krystallinisch körnig, stengelig, dicht, erdig.

Apatit.

Reiner Fluorapatit wird angeführt; im Fluorchlorapatit sinkt die Menge

[1] Compt. rend. 84. 1303. 1877. — [2] Nach Wyrouboff in nicht flüchtiger, schwer zersetzbarer Verbindung vorhanden. (Jahrb. Miner. 1867. 473). — [3] Ueber antozonhaltigen, tiefblauen Flussspath s. Schönbein (Jahrb. Miner. 1863. 716) und Wyrouboff. (l. c.) Letzterer fand kein Antozon, sondern nur Kohlenwasserstoff-Verbindungen.

des Chlorapatites nach der Bestimmung des Chlors, welche viel leichter ausführbar ist als die des Fluors, bis auf sehr geringe Mengen.

G. Bischof[1]) fand in vielen Apatiten etwas Magnesia. Eisen- und Manganoxydul sind häufig; Alkali, Thonerde, Cer,[2]) Lanthan, Didym, Yttrium[2]) sind bisweilen nachgewiesen (Snarum, Jumilla). Siewert[3]) fand in einem dunkelgrünen, chlorfreien Apatit von S. Roque, 7 Leguas von Cordoba (Argentinien) $6{,}_{12}$ pCt. Mn O, $0{,}_{90}$ pCt. Fe O und $0{,}_{50}$ pCt. Mg O. Schematisch ist

Fluorapatit			Chlorapatit		
Ca O	$50{,}_{00}$		Ca O	$48{,}_{42}$	
P^2O^5	$42{,}_{26}$		P^2O^5	$40{,}_{92}$	
Fl	$3{,}_{77}$		Cl	$6{,}_{82}$	
Ca	$3{,}_{97}$	$= 5{,}_{58}$ Ca O	Ca	$3{,}_{84}$	$= 5{,}_{38}$ Ca O
	$100{,}_{00}$	$= 101{,}_{61}$.		$100{,}_{00}$	$= 101{,}_{54}$.

6. Elemente, Metalloxyde, Titanate, Schwefelmetalle.

Graphit (C).

Krystallinisch, blättrig, körnig, strahlig, faserig,[4]) dicht. Graphit enthält ausser geringerer oder grösserer Menge unverbrennlicher Substanz (Asche), worunter sich namentlich Eisenoxyd, Thonerde, Kieselsäure, Mangan, Kalk, Magnesia, Alkali, bisweilen auch Chrom und Titan findet, flüchtige Stoffe, deren Menge nach Mène[5]) im Graphit von Passau auf $7{,}_{30}$ pCt. steigt. Cloës[6]) fand in sehr reinem Graphit aus Canada $98{,}_{56}$ pCt. C, $1{,}_{84}$ pCt. H, $0{,}_{2}$ pCt. Asche (schwach eisenhaltigen Thon).

Schwefel (S).

Schwefel kommt rein, mit Schwefelarsen, Selen, erdigen und bituminösen Stoffen gemengt vor.

Eisenglanz (Haematit, Eisenrahm) $\dddot{Fe}$

Krystallisirt, körnig, blättrig, faserig, dicht. Fe^2O^3 = Fe 70 pCt., O 30 pCt. Auch in schönen Krystallen (sp. G. $5{,}_{241}$—$5{,}_{283}$, Mittel $5{,}_{25}$) kommen in geringer Menge fremde Substanzen vor, namentlich Eisenoxydul, Magnesia, Titansäure. Blättrige und dichte Varietäten (Rotheisenstein) enthalten Manganoxyd, Kieselsäure, Thonerde u. s. w.

Magneteisen (Fe O + $\dddot{F}$).

Ausser reinem Magneteisen ($31{,}_{03}$ pCt. Fe O + $68{,}_{97}$ pCt. $\dddot{Fe}$; sp. G. $5{,}_{185}$) kommen Magneteisen mit etwas Mg O oder wenig Titansäure vor. Andrews[7])

[1]) Chem. Geol. 2. 257. — [2]) Gehören Cer, Didym, Lanthan immer dem von Wöhler im Apatit aufgefundenen Kryptolith an? — [3]) Zs. f. ges. Naturwiss. N. F. 10. 349. 1874. — [4]) Kokscharow. N. Petersb. Akad. Bull. 7. 112. 1863. — [5]) C. R. 64. 1091. 1867. Auch von Anderen bestätigt. — [6]) V. Regnault. Ann. chim. phys. (4) 7. 455. 1866. — [7]) Liebig und Kopp Jahresber. Chem. f. 1852. 852.

fand im Magneteisen der Mourne-Mountains Mg O + 2 Fe O + 3 $\ddot{\mathrm{Fe}}$. In Jacobsit (sp. G. $4{,}_{75}$) nimmt Damour[1]) $20{,}_{57}$ Mn O und $6{,}_{41}$ Mg O neben $68{,}_{25}$ pCt. $\ddot{\mathrm{Fe}}$ und $4{,}_{21}$ pCt. $\ddot{\mathrm{Mn}}$ an = (Mn O + Mg O) + ($\ddot{\mathrm{Fe}}$ $\ddot{\mathrm{Mn}}$).

Sublimirt kommt am Vesuv Magnoferrit (sp. G. $4{,}_{568}$—$4{,}_{65}$), wenngleich mit Eisenglanz durchwachsen, vor. Die magnesiareichsten Varietäten (16 pCt. Mg O) entsprechen nach möglichster Entfernung des Eisenglanzes der Formel 3 Mg O + 4 $\ddot{\mathrm{Fe}}$; wahrscheinlich ist die reine Verbindung Mg O + $\ddot{\mathrm{Fe}}$ = 20 pCt. Mg O + 80 pCt. Fe, welche Deville künstlich darstellte.

Körniges Magneteisen (sp. G. $5{,}_{31}$) von Ytterby enthält nach Michaelson[2]) $68{,}_{54}$ pCt. $\ddot{\mathrm{Fe}}$, $30{,}_{18}$ Fe O, $2{,}_{08}$ pCt. Ti O^2.

In Magneteisenkrystallen (sp. G. $5{,}_{167}$) von Pregratten fand Th. Petersen[3]) $1{,}_{76}$ pCt. Ni O, auch in denen des Diabas der Schwarzensteine fand Oebbeke Nickel[4]) (vergl. bei Titaneisen).

In der Spinellgruppe $\overset{II}{R}\overset{VI}{R}O^4$, zu welcher Magneteisen und die dort angeführten Verbindungen gehören, ist $\overset{II}{R}$ = Fe, Mg, Mn, Zn; $\overset{VI}{R}$ = Al, Fe, Mn, Cr; Kalk fehlt in der Spinellgruppe. Ceylanit von Ronsberg (Mg O + 7 Fe O + 8 $\ddot{\mathrm{Al}}$), der nach Fischer stark mit Magnetit verwachsen ist, hat Quadrat als Hercynit bezeichnet. Im Chromeisenstein ist R O = Fe O, Mg O, Cr O; $\ddot{\mathrm{R}}$ = $\ddot{\mathrm{Cr}}$, $\ddot{\mathrm{Al}}$, $\ddot{\mathrm{Fe}}$; Mg O und $\ddot{\mathrm{Al}}$ fehlen nie, $\ddot{\mathrm{Fe}}$ bisweilen ganz. Manchem Chromeisen ist nach Fischer Magnetit beigemengt. In den Picotiten wechselt die Menge des Chromoxydes von 8 bis 60 pCt. Durch die Härte (8) nähert sich der Picotit (sp. G. $4{,}_{08}$—$4{,}_{115}$) den Ceylaniten (sp. G. $3{,}_{5}$—$4{,}_{0}$), während die Härte des Chromeisens $5{,}_{5}$ bei etwa $2{,}_{5}$ specifischem Gewicht beträgt.

Titaneisen (Ilmenit) und Titanmagneteisen.

Das rhomboëdrisch krystallisirte und das meiste derbe Titaneisen ist Fe O Ti O^2 oder m Fe O Ti O^2 + n Fe O^3. Ein Theil des Eisenoxyduls kann durch Magnesia oder Manganoxydul ersetzt werden, soweit, dass Fe O Ti O^2 + Mg O Ti O^2 (sp. G. $4{,}_{313}$) vorkommt.[5]) Ausserdem kennt man Titaneisen von der Zusammensetzung m Fe O Ti O^2 + n $\ddot{\mathrm{Fe}}^3$ Ti O^2 (Fe O z. Th. durch Mg O ersetzt) und Titaneisen, nur aus Eisenoxyd und Titansäure bestehend (5 $\ddot{\mathrm{Fe}}$ + 11 Ti O^2 von Harthau; 3 $\ddot{\mathrm{Fe}}$ O + 5 Ti O mit etwas Fe O Ti O^2 aus Norwegen). Der Titansäuregehalt steigt bis auf 59 pCt. und fällt auf $3{,}_{58}$ pCt. Mosander fand in Titaneisen etwas Kalk, Chromoxyd, Ceroxydul, Yttererde, Zinnsäure, Damour Tantalsäure. Im Titanmagneteisen ist ein Theil des Eisenoxydes durch Fe O Ti O^2 ersetzt.

Oktaedrisches Titanmagneteisen aus Nephelinit von Meiches I. nach Knop; derbes aus Basalt von Unkel (schlackiges Magneteisen) II. nach Rammels-

[1]) C. R. 69. 168. — [2]) Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 800. — [3]) Jahrb. Miner. 1867. 836. — [4]) Beitrag zur Kenntniss des Palaeopikrits. Würzburg 1877. 12. — [5]) Nicht magnetisches Titaneisen von Du Toits Pan, Südamerikanischer Diamantendistrikt, ist nach Cohen (J. Miner. 1877) 15 R O Ti O^2 + $\ddot{\mathrm{Fe}}$; R O = $^4/_9$ Mg O + $^5/_9$ Fe O, sp. G. $4{,}_{436}$.

berg, magnetischer Eisensand vom Müggelsee bei Berlin III. nach Rammelsberg enthalten

	I	II	III
sp. G	5,21	4,905	5,075
TiO^2	24,94	8,27	5,20
$\dddot{F}e$	21,75	51,81	61,86
FeO	51,29	37,22	30,25
MnO	1,75	2,08	1,23
MgO	—	0,78	0,48
	99,78	100,11	98,52

I 13 FeO + (9 FeO TiO^2 + 4 $\dddot{F}e$) oder 3 FeO + (2 FeO TiO^2 + $\dddot{F}e$)
II 4 FeO + (FeO TiO^2 + 3 $\dddot{F}e$).
III 7 FeO (+ FeO TiO^2 + 6 $\dddot{F}e$).

Andere Analysen geben FeO : FeO TiO^2 + $\dddot{F}e$ nicht = 1 : 1.

Magneteisensand von Taranaki, Neuseeland, entspricht nach der Analyse von Wallace[1]) 9 FeO $\dddot{F}e$ + $\dddot{F}e$ 3 TiO^2, nach der von Freitag[2]) 15 FeO $\dddot{F}e$ + $\dddot{F}e$ 3 TiO^2, Magneteisen mit titansaurem Eisenoxyd.

Es enthält berechnet:

	FeOTiO²	FeOTiO² + MgOTiO²	6FeOTiO² + $\dddot{F}e$	FeOTiO² + $\dddot{F}e$
TiO^2	52,63	58,82	44,78	25,64
FeO	47,87	26,47	40,80	23,08
MgO	—	14,71	—	—
$\dddot{F}e$	—	—	14,92	51,28
	100,00	100,00	100,00	100,00
				sp. G. 4,986

	FeO TiO^2 + 13 $\dddot{F}e$
TiO^2	3,58
FeO	3,23
MgO	—
$\dddot{F}e$	93,19
	100,00
	sp. G. 5,23—5,24.

Schwefelmetalle (Sulfuride).

Von Schwefelmetallen ist das häufigste Schwefelkies (Eisenkies, oft nur schlechthin Kies, Pyrit) FeS^2, neben welchem noch Bleiglanz (PbS), Zinkblende (ZnS, oft mit etwas Eisen, Cadmium und Thallium, auch Mangan und Kupfer),

[1]) Chem. News 35. 238. 1877, daneben 0,30 FeS^2 u. 8,37 pCt. Thonerdesilikat. — [2]) Jahrb. Miner. 1861. 583. Magneteisen von Nordberwick ist nahezu 3 FeO + 6 $\dddot{F}e$ + TiO^2, vergl. J. Davidson: Proc. Roy. Soc. of Edingburgh 8. 525. 1874—1875. Der magnetische Theil des Titaneisens von Punta Arenas nach Domeyko entspricht 8 FeO $\dddot{F}e$ + 4 FeO TiO^2 + $\dddot{F}e$ 3 TiO^2, der unmagnetische ist 5 TiO^2 + 4 FeO + 7 $\dddot{F}e$.

Magnetkies (Pyrrhotin, sp. G. im Mittel 4,6) = $Fe^n S^{n+1}$ (meist $Fe^7 S^8$ = 6 Fe S + Fe S^2 oder $Fe^8 S^9$ = 7 Fe S + Fe S^2) angeführt werden mögen. Magnetkies führt oft kleine Mengen von Nickel (und Kobalt).

Schwefelkies.

Fe S^2 = Fe 46,67 pCt., S 53,33 pCt., enthält oft kleine Mengen von Nickel, Kobalt, Thallium, Kupfer, Zink, Gold, Arsen, Selen. Das Gold ist gediegen darin vorhanden; Arsen und Selen sind mit Metallen verbunden. Die genannten Metalle, mit Schwefel, Arsen und Selen verbunden, gehören oft eingemengten Mineralien an. Das specifische Gewicht des regulären Schwefelkieses ist 5,0 bis 5,2, das des ebenso zusammengesetzten rhombischen Markasites (Strahlkieses) = 4,65 bis 4,88. Die Verbindung Fe S^2 ist demnach dimorph.

Kapitel III.

Die Veränderungen, welche die Mineralien erfahren.

A. Durch erhöhte Temperatur; Schmelzen, Erstarren.

Bei den nicht häufig in der Natur beobachtbaren Fällen, wo das fertige Mineral einer erhöhten Temperatur (mit und ohne Luftzutritt) ausgesetzt wird, treten dieselben Erscheinungen auf wie bei künstlicher Erhitzung. Die wasserhaltigen Mineralien geben Wasser ab, die Karbonate Kohlensäure, die Sulfide Schwefel, manche Eisenoxydulverbindungen gehen in Oxyd über, die aus organischen Substanzen herrührenden Mineralien werden zersetzt u. s. w. Die einzelnen Fälle sind bei den entsprechenden Mineralien angeführt, so die Entstehung von Magneteisen aus Eisenspath. Von den mechanischen Wirkungen der erhöhten Temperatur, oder bei den Contaktwirkungen, wie Zerklüften, Zerreissen, Absonderung in prismatische Gestalten, ist bei den Contaktwirkungen zu reden.

Es kann hier nur erinnert werden an die Verschiedenheit der Temperatur, bei welcher feste fertige Mineralien in den flüssigen Zustand übergehen, an die Grade der Schmelzbarkeit, an die Verschiedenheit der Temperatur, bei welcher die Mineralien Gasgestalt annehmen, und also, wofern sie unzersetzt sind, sublimiren können, an die Fähigkeit sehr feuerbeständiger Körper (wie Borsäure), in Gesellschaft mit anderen Dämpfen zu verdampfen.

Nur wenige Mineralien, wie Salmiak, Hornquecksilber, Arsen, nehmen ohne vorher zu schmelzen Gasgestalt an und sublimiren. Zu den nicht schmelzen-

den Mineralien gehören Diamant und Graphit. Ersterer verbrennt nach Versuchen von G. Rose[1]) bei Zutritt der Luft erhitzt unmittelbar (nach v. Baumhauer[2]) mit schwacher Flamme) zu Kohlensäure ohne Schmelzung und Erweichung. Blättriger Graphit verbrennt, bei Zutritt der Luft erhitzt, ohne Schmelzung zu Kohlensäure wie Diamant.

Manche Mineralien, wie Schwefel, gehen (ähnlich wie Wasser) unmittelbar aus dem flüssigen in den festen Zustand über; die meisten Mineralien haben, ähnlich wie Eisen und Glas nach dem Schmelzen, einen Zwischenzustand, in welchem sie zähe und dickflüssig sind. Sie können dann, weil weich vor dem Erstarren, durch Gase oder Dämpfe, welche sie entwickeln oder von welchen sie durchströmt werden, bleibende Unterbrechungen der Raumerfüllung erfahren und haben oft in dem zähflüssigen Zustand die Fähigkeit, sich in Fäden ausziehen zu lassen. Nach den Versuchen von Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. 1865. 62) gehen Glimmer, Olivin, Hornblende fast sogleich aus dem dünnflüssigen in den festen Zustand über.

Bunsen und Thomson (1850) haben gezeigt, dass Druck die Erstarrung früher herbeiführt. Bunsen[3]) wies nach, dass die Temperatur, bei welcher ein Körper für sich erstarrt, niemals die ist, bei welcher er aus seinen Lösungen in anderen Körpern fest wird: ein Satz, dessen Consequenzen für die plutonischen Mineralien und Gesteine von grösster Bedeutung ist. Aus dem Schmelzpunkt des fertigen Minerals kann man also nicht auf die Erstarrungstemperatur bei seiner Entstehung schliessen. Die Erstarrung aus feurigflüssiger Lösung, wie sie bei den plutonischen Mineralien (und der Ausscheidung des Graphites aus Roheisen) vorliegt, kann also bei den verschiedensten Temperaturen und stets nur unter dem Schmelzpunkt des betreffenden Minerals erfolgen.

Während manche Mineralien unter günstigen Umständen nach dem Schmelzen wieder krystallinisch[4]) erstarren, wie Granat, Wollastonit, Augit, Kalkspath, Steinsalz, Flussspath, oder sich durch Zusammenschmelzen ihrer Bestandtheile krystallisirt ausscheiden, wie Augit, Apatit, Pyromorphit, Wagnerit, sind andere nach dem Schmelzen amorph, so namentlich Quarz und Feldspath, sie sind Gläser geworden. Immer ist das specifische Gewicht der Gläser der nach dem Schmelzen amorph gewordenen Mineralien niedriger als das des krystallisirten Minerals. Es bleibt noch die Frage offen, ob die Dichtigkeit des im Schmelzfluss befindlichen Minerals grösser oder geringer ist als die des krystallisirten, ob ähnlich wie bei Wasser und Wismuth Ausdehnung eintritt oder nicht.

Das Verhalten vieler geschmolzener, zum Theil auch nur stark geglühter Mineralien gegen Säuren ist ein anderes als vorher: thonerdehaltige Hornblende, Granat, Vesuvian[5]), Zoisit[5]), Epidot[5]), Manganepidot[5]), Glimmer[5]) Turmalin[5]), Axinit[5]), Lazulith, Cerin[6]) sind nun zersetzbar, während andere, wie Gadolinit,

[1]) Monatsber. Berl. Akad. 1872. 521. — [2]) Arch. néerland. 8. 106. 1873. — [3]) Zs. geol. Ges. 13. 61. 1861. — [4]) Tremolit krystallisirt nach dem Schmelzen mit der Form und Spaltbarkeit des Augites: das specifische Gewicht erhöht sich von $3{,}0$ auf $3{,}238$. Mitscherlich, Berthier, Rammelsberg. Der Tremolit von Gulsjö verliert nach Bonsdorf $2{,}3$ pCt. Wasser und Fluorkiesel. Rammelsberg fand $0{,}14$ pCt. Fluor darin. — [5]) Da diese Mineralien materielle Aenderung ihrer Substanz durch Glühen erleiden, nämlich H als Wasser ab-

manche Orthite, Zeolithe nach starkem Glühen oder Schmelzen schwerer oder nicht mehr durch Salzsäure zersetzt werden. Nach G. Rose wird der geschmolzene Wollastonit von heisser Salzsäure nur sehr wenig angegriffen.[1])

Ueber Aenderung der Farben bei erhöhter Temperatur s. Jannettaz.[2])

Ueber Aenderung der Krystallform des Aragonites durch erhöhte Temperatur s. Paramorphosen.

B. Veränderung durch Licht.

Aehnlich wie die entsprechenden künstlichen Verbindungen erfahren die Chlor-, Jod- und Bromverbindungen des Silbers chemische Veränderungen durch das Licht.[3]) Hornsilber, frisch farblos, wird violettgrau, dunkelpurpurfarbig, schwarz; grünlich-gelbes Chlorbromsilber grüngrau; rein schwefelgelbes Jodsilber weiss und opak, wobei Volumvergrösserung eintritt. Ein aus Chlorsilber und Quecksilberverbindungen bestehendes, rothes oder gelbes Mineral von Los Bordos, Chile, Bordosit, wird nach E. Bertrand schnell am Licht schwarz.[4]) Der hellgelbe Tocornalit (nach Domeyko $AgJ + Hg^2J$) von Chanarcillo wird graugrün, grauschwarz, endlich schwarz.[5])

Durch chemische Wirkung des Sonnenlichtes[6]) bleichen der blaue Coelestin, Karstenit, das blaue Steinsalz, der rauchgraue Stinkkalk, der gelbe und blaue Flussspath in Folge des Verlustes der färbenden organischen Substanz. Rothspiessglanz wird graulich-schwarz und verliert seine Durchsichtigkeit (Hausmann, Suckow). Nach Schönbein und Volger[7]) wird Operment an der Luft unter Einfluss des Lichtes schnell zu arseniger Säure oxydirt. Realgarkrystalle zerfallen im Sonnenlicht zu gelblichem Pulver, am leichtesten unter gelbem Glas (Kenngott, Jannettaz). Tiefweingelbe Topase werden nach einigen Monaten am Tageslicht unrein bläulich-weiss (v. Kokscharow).[8]) Der blassrosenrothe Zirkon der Auswürflinge des Laacher Sees wird weiss (Sandberger und vom Rath). Der Hyacinth wird braun,[9]) Rosenquarz weiss, der dunkelweingelbe uralische Phenakit der Pariser Ausstellung 1867 ward farblos.[10]) Ein ebenda ausgestellter Diamant verlor seine rothe Farbe (Flight). Gehört hierher

geben, so ist die geschmolzene Masse nicht mehr das ursprüngliche Mineral. Aehnliches gilt von den Mineralien, welche Fluor und Wasser abgeben beim Glühen wie Glimmer. — [8]) Nach Damour in Des Cloizeaux Man. minér. 1. 257.

[1]) Monatsber. Berl. Akad. 1869. 454. — [2]) Bull. géol. (2) 29. 300. 1872. Schon Berzelius (Jahrb. f. 1833. 192) führt an, dass Pyrop beim Erhitzen grün wird und beim Erkalten wieder roth. — [3]) Moesta. Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur. Marburg 1870. — [4]) Ann. min. (7.) 1. 412. 1872 = Jahrb. Miner. 1872. 877. — [5]) E. Dana, Second appendix to Dana's Mineralogy. 1875. 56. — [6]) Pelouze schreibt die Gelbfärbung des gewöhnlichen grünen Glases im Sonnenlicht der Bildung von Schwefelnatrium zu. Nach Bontemps und Gaffield rührt der Farbenwechsel in Gelb, dann Zwiebelroth, endlich in Violett von der Oxydation der im Glase vorhandenen Mangan- und Eisenverbindungen her. — [7]) Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. 1854. 56. — [8]) Topase von den Urulgabergen, Transbaikalien. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 4. 569. 1861. Tamnau (Zs. geol. Ges. 16. 364) macht aufmerksam auf das Ausschwitzen von Feuchtigkeit, das bei lange in Sammlungen gelegenen Topasen sichtbar wird. — [9]) Richter, Pogg. Ann. 24. 386. 1832. — [10]) v. Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Russlands. 5. 329.

auch das Bräunlichwerden des schön smaragdgrünen Kupfferites bei Zutritt der Luft, wie v. Kokscharow beobachtete, oder ist Oxydation im Spiel?[1])

Das Verschiessen der apfelgrünen Nickelblüthe in's Grünlichweisse, das der pfirsichblüthrothen Kobaltblüthe[2]) in's Röthlichweisse, das Verblassen des Chrysoprases, wenn sie dem Licht ausgesetzt werden, leitet Hausmann[3]) von Veränderung des Wassergehaltes her. Es ist also Wirkung der Wärme, die bei einem Theile der angeführten Erscheinungen nicht ausgeschlossen sein mag.

C. Verwitterung.

Zunächst wird von den Veränderungen die Rede sein, welche die Mineralien durch die Atmosphärilien — Luft, Sauerstoff und Kohlensäure — erleiden, von der einfachen Verwitterung, dann von den Wirkungen der Lösungen auf die Mineralien, von der complicirten Verwitterung, während alle durch Zersetzung hervorgerufenen Umänderungen bei den sublimirten Mineralien und den Exhalationen behandelt sind.

Gewöhnlich wird bei den Verwitterungen die Form des Minerals zerstört; in relativ sparsamen Fällen bleibt sie erhalten, es entstehen Pseudomorphosen. Da mit diesem Namen auch eine Reihe von Bildungen bezeichnet werden, welche durch andere Vorgänge entstehen, so ist im Kapitel IV. eine Gesammtdarstellung der Pseudomorphosen gegeben.

Verhalten gegen die Atmosphärilien (Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser).

Die atmosphärische Luft.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft vorausgesetzt, ist hier nur zu erinnern, dass in dem Gemenge von $20{,}96$ Vol. Sauerstoff und $79{,}04$ Vol. Stickstoff immer kleine Mengen Wasserdampf und Kohlensäure vorhanden sind. Geringe Schwankungen in den relativen Mengen dieser 4 Bestandtheile werden durch eine grosse Reihe von Processen beständig herbeigeführt: durch die Verdunstung des Wassers, die Aenderung der Temperatur, die Respiration der Organismen, die langsame oder rasche Oxydation organischer und unorganischer Substanzen u. s. w. Dazu kommen noch die freilich relativ unbedeutenden Gasentwickelungen aus dem Erdinnern, vorzugsweise von Kohlensäure, daneben von Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen, schwefliger Säure, Salzsäure u. s. w. Der grosse Kreislauf von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure, den drei hier zunächst in Betracht kommenden Agentien, kann hier nur angedeutet werden.

Während absoluter und relativer Wasserdampfgehalt der Atmosphäre vielfachem Wechsel unterliegen, kann man im Mittel in 1000 Vol. Luft $0{,}334$ Vol. Kohlensäure[4]) annehmen; in grossen Meereshöhen nimmt der Gehalt an Kohlen-

[1]) Entfärbt sich der nach Suckow durch Fluorkobalt gefärbte rothe Apophyllit von Andreasberg am Licht, wie behauptet wird? — [2]) Kersten in Karsten und v. Dechen, Archiv. 18. 514. 1844. — [3]) Versuch einer Einleitung in die Mineralogie. Göttingen. 1828. 538 und 430. — [4]) Nach Fittbogen und Hässelbarth aus 357 Einzelbestimmungen. Jahres-

säure ab; über grossen Städten, in bewohnten Räumen, in Gruben u. s. w. kommen grössere, in der Luft über dem Meere geringere Mengen vor. Ausserdem finden sich in der Luft sehr geringe Mengen von Wasserstoffsuperoxyd, kohlensaurem und salpetrigsaurem Ammoniak, Salpetersäure, organischen Materien und, aus Meerwasserstaub herrührend, von Kochsalz.

Das Wasser.

Die in der Luft vorhandenen Gase und Substanzen finden sich natürlich wieder im atmosphärischen Wasser, im Regenwasser, im Thau, im Schnee.

Baumert[1]) fand in der Luft absorbirt vom Regenwasser (von $11{,}4^0$, aufgefangen nach mehrstündigem Regen) $1{,}77$ Vol. CO^2, $33{,}76$ Vol. O und $64{,}47$ Vol. N, also auf 1 Vol. CO^2 19 Vol. O, während in der atmosphärischen Luft nach obiger Annahme auf 1 Vol. CO^2 628 Vol. O kommen. In der von Regenwasser absorbirten Luft ist also 33 Mal so viel Kohlensäure als in der Luft vorhanden. Nach Bunsen[2]) absorbirt 1 Vol. Wasser bei 760 mm. Druck

	bei 10^0	bei 15^0	bei 20^0
Vol. O	$0{,}03250 = 1$	$0{,}02989 = 1$	$0{,}02838 = 1$
„ CO^2	$1{,}1847 = 36{,}4$	$1{,}0020 = 33{,}5$	$0{,}9014 = 31{,}8$
„ N	$0{,}01607 = 0{,}50$	$0{,}01478 = 0{,}49$	$0{,}01403 = 0{,}49$

Die vom Wasser absorbirte, kohlensäurefreie Luft besteht zwischen 1^0 und 23^0 aus $34{,}91$ Vol. N und $65{,}09$ Vol. O. Bunsen berechnet nach dem Absorbtionsvermögen das Verhältniss der in meteorisch niederfallendem Wasser enthaltenen Gase (atmosphärische Luft $= 20{,}951$ O; $79{,}007$ N und $0{,}042$ CO^2), wie folgt:

	5^0	10^0	15^0	20^0
Vol. CO^2	$2{,}68$	$2{,}46$	$2{,}26$	$2{,}14$
„ O	$33{,}97$	$34{,}05$	$34{,}12$	$34{,}17$
„ N	$63{,}35$	$63{,}49$	$63{,}62$	$63{,}69$

Nach dem von Bunsen bestätigten Gesetz sind unter sonst gleichen Verhältnissen die absorbirten Gasmengen dem Druck einfach proportional.

Das Wasser, welches aus der Atmosphäre an die Erdoberfläche gelangt, ist also nicht chemisch rein, sondern enthält Gase (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure) gelöst und daneben die in der Atmosphäre in geringer Menge vorhandenen Substanzen.[3]) Wo es mit dem Boden, bestehe er aus Ackererde

ber. Chem. f. 1875. 184. Aeltere Bestimmungen gaben höhere Zahlen. Farsky (Ber. Wien. Akad. Abth. II. 74. 75. 1876) fand für Tabor (423 m Seehöhe) in 295 Einzelbestimmungen $0{,}343$ Vol. Kohlensäure.

[1]) Ann. Chem. Pharm. 88. 17. 1853. Peligot fand (1857) $2{,}4$ Vol. CO^2 in 100 Volumen der vom Regenwasser absorbirten Luft — [2]) ib. 93. 20. 1855. — [3]) Göppelsröder fand als Maximum in atmosphärischen Niederschlägen (Basel) in einer Million Theile $13{,}6$ Theile Salpetersäure und $20{,}1$ Th. Ammoniumnitrat. A. Naumann, Jahresb. Chem. f. 1871. 204 u. 1222. Mit der Entfernung vom Meer nimmt nach Untersuchungen in England der Chlorgehalt des Regenwassers ab, wobei die Windrichtung von grossem Einfluss ist. Im Mittel enthält dort Regenwasser in 10 000 Th. $0{,}022$ Chlor, der Gehalt steigt an der Küste bis $0{,}546$; bei Landsend wurden bei starkem Südwestwind $2{,}180$ Chlor ($= 3{,}591$ Cl Na) beobachtet. Das Mittel des festen Rückstandes beträgt $0{,}295$ mit $0{,}003$ N als salpeter- und sal-

oder Gestein, in Berührung kommt, nimmt es weiter Substanzen auf; in der Geologie handelt es sich also nie um chemisch reines Wasser. Nach Boussingault und Levy[1]) enthält in 100 Vol. Luft aus wenig humusreichem und lange nicht gedüngtem Boden mindestens 25 Mal, aus humusreichem 90 Mal, aus kurz vorher gedüngtem Boden selbst 250 Mal mehr Kohlensäure als atmosphärische Luft. Das Regenwasser, welches mit Luft[2]) von grossem Kohlensäuregehalt im Boden in Berührung kommt, absorbirt also reichlich Kohlensäure und ausserdem Sauerstoff (und Stickstoff). Es ist daher im Folgenden die Löslichkeit in reinem Wasser nicht immer von der in kohlensäurehaltigem Wasser geschieden.

Für die S. 1 als neptunisch bezeichneten, aus wässriger Lösung abgeschiedenen Mineralien folgt die Löslichkeit, sofern sie nicht durch Wasser zersetzt werden, von selbst, aber sie ist auch für zahlreiche plutonische und sublimirte Mineralien vorhanden. Nur gilt die Reihe leicht-, schwer-, unlöslich, wie sie in der Chemie Geltung hat, nicht in demselben Maasse für geologische Dinge, da hier sehr geringe Werthe durch die Masse und die Zeit sich summiren, und gilt schon deshalb nicht in gleicher Weise, weil es nach dem Vorhergehenden sich nie um reines Wasser handelt. Wie sehr die Löslichkeit (und Fällbarkeit durch Reagentien) je nach der Gegenwart fremder Stoffe sich ändert, ist durch vielfache Untersuchungen bekannt; so löst sich nach Warrington (Will. Jahresber. Chem. für 1866. 167) Tricalciumphosphat ($Ca^3 P^2 O^8 + 2 aq$) bei 7° erst in 89 448 Th. Wasser, schon in 19 268 Th. Wasser mit 1 pCt. Salmiak bei 10° und andererseits in 1788 Th. mit Kohlensäure gesättigten Wassers, dagegen wird die Löslichkeit in einem mit Kohlensäure gesättigten Wasser, welches Kalkkarbonat enthält, fast vollständig aufgehoben.

Während ein Theil der Mineralien in reinem oder Kohlensäure enthaltenden Wasser sich langsam oder schneller, aber vollständig löset, werden andere Mineralien in der Art angegriffen, dass nur gewisse Bestandtheile sich lösen und ein nicht mehr der Zusammensetzung des früheren Minerals entsprechender Rückstand (Rest) zurückbleibt, welcher der Lösung widersteht. Zwischen Löslichkeit und Angreifbarkeit ist daher wohl zu unterscheiden. Aus diesem Angriff erklärt sich die alkalische Reaktion desjenigen Wassers und die noch stärkere des Kohlensäure (oder fremde Substanzen) enthaltenden Wassers, welches mit Mineralien in Berührung gewesen, während sich diese Mineralien als solche als Ganzes nicht lösen.[3]) In Folge dessen enthält Wasser, das mit Mineralien, Ackerboden, Humus in Berührung gewesen, neben den Gasen fremde Substanzen aufgelöst, qualitativ verschieden je nach Beschaffen-

petrigsaure Salze. Sixth report of rivers pollution Commission. London 1874. 425. u. 19. Regenwasser von Ootacamund, Indien, enthält nur $0,_{003}$—$0,_{004}$ Chlor (ibid.), von Paris nach Barral $0,_{0}$—$0,_{0462}$ Chlor, von Fécamp nach E. Marchand $0,_{006936}$ Chlor. Im Regenwasser finden sich ausserdem die staubförmig in der Luft vorhandenen festen Substanzen.

[1]) Compt. rend. 35. 774. 1852. Max. von CO^2 in 100 Vol. Luft $9,_{74}$ CO^2 neben $10,_{35}$ O und $79,_{91}$ N. — [2]) Pettenkofer fand in Grundluft von München bis zu 4 m Tiefe im Maximum $18,_{38}$ Kohlensäure in 1000 Luft (1872). — [3]) Ausser den kohlensauren Alkalien reagirt auch kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia alkalisch.

heit jenes Materials, quantitativ je nach der Dauer der Berührung, dem Kohlensäuregehalt und der Temperatur des Wassers.

Von der Beschaffenheit dieser Lösungen, wie sie als Quell-, Fluss- und Meerwasser auftreten, ist später zu reden.

Die Wirkung des Wassers auf die Mineralien beschränkt sich aber nicht auf Lösung, vollständige oder partielle, das Wasser kann auch chemisch gebunden in die Substanz eintreten. Aus dem wasserfreien Anhydrit ($Ca\,O\,S\,O^3$) wird Gyps ($Ca\,O\,S\,O^3 + 2\,aq$); aus Eisenglanz ($\ddot{\bar{F}}e$) Brauneisen ($2\,\ddot{\bar{F}}e + 3\,aq$), oder der veränderte, aus einem wasserfreien Mineral entstandene Rest nimmt Wasser auf; so lässt Olivin wasserhaltigen Serpentin, Feldspath wasserhaltigen Kaolin als Rest.

Der in Wasser gelösete Sauerstoff und die feuchte Luft bewirken Oxydation, oder Oxydation verbunden mit Aufnahme von Wasser. Das Anlaufen der Mineralien, der Verlust des Glanzes bei manchen Metallen ist eine hierher gehörige Erscheinung.

Die Wirkung der Kohlensäure äussert sich durch Bildung wasserfreier oder wasserhaltiger Karbonate, welche dann in Wasser oder kohlensaurem Wasser Lösung erfahren und in den Fällen, wo ein Rest übrig bleibt, diesem entweder beigemengt bleiben oder durch Lösung entzogen werden können. Namentlich in der Nähe des Kohlensäure in reichem Maasse liefernden Humus treten diese Wirkungen stark hervor.

Organische Substanzen, welche das Wasser aufgenommen hat, saure, alkalische, ammoniakalische Zersetzungsprodukte aus verwesenden Thier- und Pflanzenstoffen, bewirken vielfache Modifikationen der Erscheinungen, von denen besonders die Reduktion der Sulfate zu Sulfiden ($R\,S^n$) und des Eisenoxydes zu Eisenoxydul hervorzuheben sind.

Die gesammten Erscheinungen, bei welchen vorzugsweise und fast ausschliesslich die Wirkung von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure bei gewöhnlicher Temperatur hervortritt, sind hier als einfache Verwitterung zusammengefasst. Dieser Begriff geht also weit über den in der Chemie gebräuchlichen hinaus, wo er Verlust von Wasser bei wasserhaltigen Salzen bezeichnet; eine Erscheinung, die auch bei manchen wasserhaltigen Mineralien eintritt. Ist auch Wasser, welches stets Sauerstoff und Kohlensäure gelöst hält, nach Berührung mit dem Boden und mit Mineralien nie frei von Gelöstem und also die Grenze gegen die complicirte, durch Lösungen hervorgebrachte Verwitterung nicht absolut zu ziehen, so ist dennoch die Unterscheidung beider hier festgehalten.

Von grösstem Einfluss für die Verwitterung ist die Capillarität, mag sie bedingt sein durch die Spaltungsflächen oder durch körnige Ausbildung des Minerals oder durch andere Ursachen, wie durch die Ausdehnung des in Spalten gefrierenden Wassers. Der ungleiche Angriff des gleichnamigen Minerals wird bei plutonischer Bildung auf physikalische Ungleichheit bei der Erstarrung zurückzuführen sein.

Werden nach dem Vorhergehenden die Mineralien entweder vollständig gelöst oder in Gelöstes und Unlösliches (Rest) zerlegt, so ist das Gelöste

von Ort zu Ort fortschaffbar, sein Verbleib und sein weiteres Verhalten zu untersuchen. Das Gelöste kann wieder abgesetzt werden. und daher sind die Weisen, in denen der Absatz geschieht. zu untersuchen. die Wirkungen zu betrachten, welche aus der Wegnahme des Löslichen hervorgehen. und die Beschaffenheit des etwaigen Restes darzulegen. Selbstverständlich gilt für gleichnamige Lösungen Gleiches. mag das ursprüngliche Mineral vollständig gelöst oder nur angegriffen sein.

Verwitterung.

Schreitet nach der Natur der Einwirkung von Wasser und Lösungen die Verwitterung von aussen nach innen vor, so üben Wasser und Lösungen auch in Spalten und Rissen, auf den Blätterdurchgängen und längs der Zwillingslamellen ihre Wirkung aus. Bei zonalem Aufbau der Krystalle, der bei plutonischen Mineralien so häufig vorkommt, sieht man bisweilen eine Zone erhalten, während eine andere umgeändert wurde, weil Sprünge von aussen in sie hineinreichten. Von innen erfolgende Verwitterung, die oft angenommen wird, wird sich meist durch aussen eingreifende Sprünge erklären, wenn nicht leicht veränderbare, fremde Einschlüsse, wie etwa Schwefelkies, die Umänderung bedingten. Ungleiche physikalische Beschaffenheit, mit welcher dann abweichende chemische Hand in Hand geht, mikroskopische Dampfporen, Flüssigkeitseinschlüsse, Glaspartikel und fremde Krystalle werden die Verwitterung im Innern der Krystalle vielfach modificiren.

Gehören schon die Produkte der Verwitterung makroskopisch nicht immer bestimmt benannten, wohl charakterisirten Mineralien an und gilt dies namentlich für die Anfangsprodukte, welche bei der Verwitterung auftreten, insofern unverändertes und verändertes Material mit einander gemengt sind, so lassen sich die mikroskopischen Umänderungsprodukte in vielen Fällen nicht mit mikroskopisch benannten Mineralien identificiren. Zwischenstadien des frischen und umgeänderten Minerals werden durch das Mikroskop fast niemals nachgewiesen, vielmehr grenzen unangegriffenes und umgewandeltes Mineral hart und scharf aneinander.[1]) Was schon die makroskopische Betrachtung lehrt, dass mehrere Umwandlungsprozesse auf einander gefolgt sind, das bestätigt die makroskopische Untersuchung.

Einfache Verwitterung.

Nur sehr wenige Mineralien verwittern nicht, werden nicht durch Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure angegriffen und geben daher nichts Lösliches ab. Als solche sind zu nennen: Edelmetalle, Diamant, Graphit. Von den übrigen hier aufgeführten Mineralien, welche langsam oder schneller, mehr oder minder grosse Veränderungen erleiden, sind in erster Reihe diejenigen behandelt, welche neben häufigem Vorkommen die einfachste Erscheinung bieten, nämlich durch Einwirkung von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure sich ohne Rest vollständig lösen: die Karbonate, Sulfate, Chloride, Fluoride, Apatit, Phosphate, Quarz,

[1]) Zirkel. Mikroskop. Beschaffenheit d. Mineralien u. Gesteine. 1873. 101.

Opal und die Metallsulfurete, deren Oxydationsprodukte (Sulfate) in Wasser löslich sind. Hier sind die durch Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure bewirkten Umänderungen von Eisenglanz, Rotheisen, Eisenoxydhydrat, Magnet- und Titaneisen, Rothzinkerz, Brucit eingefügt, sowie die durch Wasserabgabe entstehenden Veränderungen.

a. Die Löslichkeit der Karbonate. $\overset{II}{R}CO^3 = RO + CO^2$.

Für die einzelnen Karbonate ist der Grad der Löslichkeit in kohlensaurem (und reinem) Wasser sehr verschieden. Erscheint die Menge des Löslichen gering, so werden durch die Quantitäten, um welche es sich handelt, und durch die Länge der Zeit die Wirkungen von grosser Bedeutung. Wie hier, so gilt für die gesammten Erscheinungen der Verwitterung der alte Spruch:

„Die gelinde Macht ist gross.“

Kohlensaurer Kalk, Kalkkarbonat.

Nach Fresenius[1]) löset sich Kalkkarbonat in 10600 Th. kalten und 8834 Th. siedenden Wassers; 10000 Th. Wasser lösen nach Graham, Miller, Hofmann[2]) 0,343; nach Bineau[3]) 0,16—0,2; nach Cruse[4]) 0,36; nach Péligot[5]) 0,20; nach Schlössing 0,131 Kalkkarbonat.

Nimmt bei 15° Wasser etwa 1 Volumen, d. h. etwa 1/500 Gewichtstheil Kohlensäure, auf (bei verstärktem Druck und niederer Temperatur mehr, s. S. 44), so steigert sich damit die Menge des gelöseten Karbonates. Es lösen 10000 Th. mit Kohlensäure gesättigten Wassers (was in der Natur nicht immer vorkommt):

nach Bischof[6]) von Kreide	9—10 Th.
„ Cossa[7]) von Kreide, Lüneburg, bei 18° und 740 mm Druck	8,35 „
„ „ „ Marmor, Carrara, bei 7,5—9,5° u. 753 „ „	11,81 „
„ „ „ „ bei 20,5—22° und 741—746 „ „	9,487 „
„ „ „ „ bei 26—28° und 737—742 „ „	8,55 „
„ „ „ Kalkspath bei 12° und 754,2 mm Druck	12,17 „
„ „ „ Doppelspath bei 18° und 735,1 mm Druck	9,70 „
„ „ „ gefälltem Kalk bei 18° und 739,7 mm Druck	9,50 „
„ Warrington[8]) von gefälltem Kalk bei 21° und 748,3 mm Druck	9,85 „

Nach Boutron und Boudet[9]) lösen 10000 Th. Wasser, das bei mehreren Atmosphären Druck mit Kohlensäure gesättigt war, 11,6 Kalkkarbonat. Im Mittel kann man mit Lassaigne, Schlössing und T. St. Hunt die Löslichkeit des Kalkkarbonates zu 10 Th. in 10000 Th. mit Kohlensäure bei mittlerer Temperatur gesättigten Wassers setzen, wobei die Beschaffenheit des Kalkkarbonates keinen Unterschied in der Löslichkeit, wenn auch vielleicht in der

[1]) Ann. Chem. Pharm. 49. 117. 1846. — [2]) Quart. J. chem. Soc. London. 4. 381. 1852. — [3]) Ann. ch. phys. (2) 51. 292. 1857. — [4]) Weltzien. Ann. Ch. Pharm. 136. 166. 1865. — [5]) Delesse et de Lapparent Revue de géologie VII. 66, aus Mém. soc. d'Agriculture 1866. — [6]) Chem. Geol. 2. 111, wo auch abweichende Zahlen gegeben sind, u. p. 135. — [7]) J. pr. Chem. 107. 126. 1869. — [8]) Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 163. — [9]) J. de pharmacie (3) 26. 16. 1854.

zur Lösung nöthigen Zeit, bedingt. Nach Lassaigne[1]) lösen 10000 Th. kohlensauren Wassers bei 0° nur 7 Th. Kalkkarbonat.

Schlössing[1]) fand bei 16° und 760 Mm. Druck in 10000 Theilen Wasser $0{,}_{131}$ Theile Kalkkarbonat und $19{,}_{483}$ Theile Kohlensäure löslich; in kohlensaurem Wasser lösten sich $10{,}_{86}$ Theile Kalkkarbonat. Die Löslichkeit des Kalkkarbonates in kohlensaurem Wasser setzt sich zusammen aus der Lösung von Kalkkarbonat, welches sich löset wie bei Abwesenheit von Kohlensäure, und aus der Lösung von Bikarbonat, so dass bei Ueberschuss von Kalkkarbonat und Gegenwart von Kohlensäure das Wasser zugleich löset Kohlensäure, Kalkkarbonat und Kalkbikarbonat. Die Lösung der Kohlensäure geht dabei vor sich wie in reinem Wasser und entsprechend dem Absorptionsgesetz (s. S. 44).

Nach Warrington (l. c.) lösen bei 13° und $747{,}_{8}$ Mm. Druck 10000 Theile kohlensauren Wassers mit 1 pCt. Chlorammonium $10{,}_{50}$ Theile Kalkkarbonat, also kaum mehr als ohne Chlorammonium.

Setzt man zu einer Lösung von Kalkkarbonat in kohlensaurem Wasser Chlormagnesium, so kann die Lösung wochenlang an der Luft stehen, sie kann gekocht werden, ohne sich zu trüben. Erst bei fortgesetzter Verdampfung setzt sich reines Magnesiakarbonat ab. Ein grosser Ueberschuss reiner Chlorcalciumlösung fällt daraus kohlensauren Kalk, und in gleicher Weise wirkt ein solcher Zusatz auf Meerwasser, wie schon von Bibra beobachtete.[3])

Nach T. Sterry Hunt[4]) wird die Löslichkeit des Kalkkarbonats in kohlensaurem Wasser vermehrt durch Zusatz von Natron- und Magnesiasulfat, weil nämlich Bikarbonate der beiden letzteren Basen und (durch Alkohol fällbarer) Gyps entstehen. Dampft man bei 40—80° eine mit Magnesiasulfat versetzte Lösung von Kalkbikarbonat ab, so scheidet sich Gyps ab, und Magnesiabikarbonat bleibt gelöset; dasselbe findet auch bei Gegenwart von Chlornatrium statt.

Einige Thermen (d. h. Quellen wärmer als die Mitteltemperatur des Bodens, aus dem sie entspringen) und einige Mineralquellen enthalten in 10000 Theilen mehr als 10 Theile Kalkkarbonat gelöset, d. h. mehr als dem angegebenen Verhältniss entspricht. So enthält der $32{,}_{2}$° warme grosse Soolsprudel in Nauheim $14{,}_{81}$ $CaOCO^2$ (neben $3{,}_{39}$ Cl_2Mg, Bromeis); der Soolsprudel von Soden $12{,}_{956}$ $CaOCO^2$ (neben $0{,}_{756}$ $MgOCO^2$, Temperatur $29{,}_{5}$° bis $29{,}_{75}$°, Casselmann); die Elisabethquelle in Homburg vor der Höhe $15{,}_{1161}$ $CaOCO^2$ (neben $0{,}_{2835}$ $MgOCO^2$, Temperatur $10{,}_{6}$°, Fresenius); die Leopoldsquelle in Rippoldsau $13{,}_{33}$ $CaOCO^2$ (neben $1{,}_{4312}$ $MgOCO^2$, Temperatur 8°, Will); $13{,}_{52}$ $CaOCO^2$ (neben $2{,}_{467}$ $MgOCO^2$, Bunsen); die Sauerquelle von Tarasp $19{,}_{023}$ $CaOCO^2$ (neben $3{,}_{36}$ $MgOCO^2$, Temperatur $7{,}_{5}$°, von Planta und ebenso nach Husemann (1872) die dortigen St. Lucius-, Emerita- und Bonifaciusquellen).

[1]) Ann. Chem. Pharm. 68. 254. 1848. — [2]) Compt. rend. 75. 1555. 1872. — [3]) O. Jacobsen, Ann. Chem. Pharm. 167. 32. 1873. — [4]) Sill. Amer. J. (2) 28. 174. und 365. 1859. Dasselbe berichtet Bischof für Natronsulfat in Chem. Geol. 2. 112. Nach Hunt (Sill. Amer. J. (2) 42. 49. 1866) sind frischgefällt kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia in Lösungen von Chlorcalcium oder schwefelsaurer Magnesia in bedeutender Menge löslich. Nach Northcote (Phil. Mag. (2) 10. 187. 1855) lösen 100 Theile gesättigte Kochsalzlösung $0{,}_{177}$ Theile Kalkkarbonat, die Lösung kann ohne Trübung gekocht werden.

Die innige Mengung der Kohlensäurebläschen mit den Wassertröpfchen im Nauheimer Soolsprudel kann nicht, wie Bischof annimmt, die Ursache der grossen Menge des gelöseten Kalkkarbonates sein, da dieses sich in den genannten nur $7{,}5^0$, 8^0, $10{,}6^0$ warmen Quellen in noch grösserer Menge findet. Bedingt nach den Versuchen von Hunt das in Rippoldsau überwiegende Natronsulfat, das in Nauheim, Soden und Homburg überwiegende Chlornatrium, das in Tarasp überwiegende Natronkarbonat in diesen und anderen Quellen die grössere Löslichkeit? Nach Boussingault löset sich Gaylussit ($Na^2 O C O^2 + Ca O C O^2 + 5$ aq.) sparsam in Wasser als Ganzes.

Bei der grossen Verbreitung des Kalkkarbonates begegnet man überall den Lösungen desselben. Abgesehen von den Thermen übertrifft in Quell-, Fluss- und Landseewasser Kalkkarbonat an Menge meistens die übrigen Karbonate. Die Menge wechselt in Einzelnen, je nachdem das Wasser mehr oder weniger Kohlensäure enthält und auf seinem Wege mehr oder weniger Kalk oder kalkhaltige Mineralien antraf. Auch das Meerwasser enthält Kalkkarbonat.

Nach Versuchen von Bischof nimmt die Lösung von Kalkkarbonat in kohlensaurem Wasser noch Barytkarbonat auf. Die Lösung enthielt etwa $5 Ca O C O^2 + 2 Ba O C O^2$; von dem vorher gelöseten Kalkkarbonat waren 8 pCt. gefällt worden.[1])

Magnesit (Talkspath) und Magnesiakarbonat.

Magnesiakarbonat ist in kohlensaurem Wasser etwas löslicher als Kalkkarbonat. Nach Merkel[2]) lösen 10000 Theile kohlensauren Wassers bei 5^0 unter einem Kohlensäuredruck von Atmosphären

	1	2	3	4—5	6
Magnesiakarbonat	$13{,}1$	$13{,}4$	$75{,}0$	$90{,}0$	132 Th.

Der Unterschied zwischen $13{,}4 : 75$ erscheint auffallend gross. Bei anderen Temperaturen bleibt die Löslichkeit proportional der Absorbirbarkeit der Kohlensäure durch Wasser. Nach Cossa[3]) lösen 10000 Theile des bei 18^0 und 750 Mm. Druck mit Kohlensäure gesättigten Wassers $1{,}15$ krystallisirten Magnesit, nach Bischof $0{,}49$ feinzerriebenen Magnesit; wurde reine Magnesia in Wasser eingerührt und 24 Stunden Kohlensäure durchgeleitet, so lösten sich $13{,}5$ Magnesiakarbonat.[4]) Die grossen Unterschiede der Löslichkeit liegen wohl nur in den verschiedenen Aggregatzuständen.

In fast allen natürlichen Wässern, die Thermen eingeschlossen, fehlt Magnesiakarbonat fast nie, die Menge ist aber meist sehr viel geringer als die des Kalkkarbonates. Nur unter besonderen Umständen ist eben so viel oder gar mehr Magnesiakarbonat als Kalkkarbonat gelöset. So enthält auf 100 $Ca O C O^2$ der Tönnissteiner Heilbrunnen 281 $Mg O C O^2$, der Stahlbrunnen daselbst (10^0—$11{,}5^0$) 188 $Mg O C O^2$, die Emser Augusta-Felsenquelle ($39{,}2^0$) $100{,}9$ $Mg O C O^2$, die Birresborner Quelle (11^0 C.)

[1]) Chem. Geol. 1. 112. — [2]) J. pr. Chem. 102. 238. 1867. — [3]) Ber. deutsch. chem. Ges. 2. 697. 1869. — [4]) Chem. Geol. 2. 124.

$377{,}_8$ Mg O C O^2, nach Fresenius; der Tempelbrunnen in Sauerbrunn bei Rohitzsch, Südsteiermark (nach M. Buchner 1876) $313{,}_1$ Mg O C O^2. und zwar in 10000 Theilen Wasser $22{,}_{5422}$ Mg O C O^2 neben $19{,}_{6068}$ Natronsulfat. Nach Hunt (Geol. Canada 1863. 548) enthalten manche Quellen in Canada viel mehr Mg O C O^2 als Ca O C O^2. Das Maximum der Löslichkeit wird im Tönnisteiner Heilbrunnen nicht erreicht, 10000 Theile Wasser enthalten nur $10{,}_{7426}$ Mg O C O^2. Auch die Thermen von Neuenahr enthalten nach Bender [1]) mehr Mg O C O^2 als Ca O C O^2, ebenso der Königsbrunnen Kostreinitz, Steiermark, die Constantinsquelle und Emmaquelle in Gleichenberg (Gottlieb), der Marienbader Kreuzbrunnen nach Peters 1852. Auch hier befördert die Gegenwart fremder Salze die Löslichkeit; die Versuche von H. Rose und Longchamp zeigen, dass die Gegenwart alkalischer Chloride, Sulfate und Karbonate, sowie die von Magnesiasalzen die Löslichkeit des Magnesiakarbonates erhöhen. (Vergl. bei Verwitterung dolomitischer Kalke.)

Als T. Sterry Hunt [2]) zu einer Lösung von Chlormagnesium Natronkarbonat hinzufügte und Kohlensäure durchleitete, konnte er in 10000 Theilen 210 Theile Magnesiakarbonat in constanter Lösung erhalten, Bineau sogar 235 Theile. Bei Gegenwart von Chlornatrium und Chlormagnesium können nach Hunt (l. c.) 10000 Theile kohlensauren Wassers 419 Theile Mg O C O^2 gelöst halten, 10000 Theile Wasser mit einem Gehalt von 6 pCt. wasserhaltigem Magnesiasulfat und etwas Kochsalz bis 50 Theile Mg O C O^2 aufnehmen, bei einem Gehalt von 3—4 pCt. Magnesiasulfat 10 Theile. [3]) Frisch gefälltes Magnesiakarbonat ist in Lösungen von Magnesiasulfat in bedeutender Menge löslich und fällt aus Lösungen von Kalkkarbonat in kohlensaurem Wasser Kalkkarbonat aus.

Eine Lösung, welche Bikarbonate und Chloride von Kalk und Magnesia enthält, setzt nach Hunt [4]) bei freiwilligem Verdunsten nur Kalkkarbonat ab, bei 100^0 fällt aber daneben viel Magnesiakarbonat nieder, denn bei dieser Temperatur zersetzt Kalkkarbonat langsam das Chlormagnesium unter Bildung von Chlorcalcium. [5])

Eine Lösung von Kalkbikarbonat mit siedendem Meerwasser gemischt, giebt nach Forchhammer [6]) einen Niederschlag, der aus $87{,}_{73}$ pCt. Kalkkarbonat und $12{,}_{27}$ pCt. Magnesiakarbonat besteht; bei Abkühlung auf 0^0 enthält der Niederschlag $92{,}_{45}$ pCt. Ca O C O^2 und $7{,}_{55}$ pCt. Mg O C O^2; zwischen $15—20^0$ $97{,}_{81}$ pCt. Ca O C O^2 und $2{,}_{19}$ pCt. Mg O C O^2. Als Scheerer feingeriebene Kreide mit einer Lösung von Magnesiabikarbonat übergoss und Kohlensäure durchleitete, fand sich fast alle Magnesia im Sediment und nur noch eine sehr geringe Menge derselben in der kalkreichen Lösung. [7])

[1]) Strecker. Jahresber. Chem. f. 1868. 1036. — [2]) Sill. Amer. J. (2) 28. 172. 1859. — [3]) ib. (2) 42. 49. 1866. — [4]) Geology of Canada. 1863. 552. Eine Theorie zur Erklärung der Thatsache, dass ein Theil der nicht thermalen Quellen Canadas mehr Magnesiakarbonat als Kalkkarbonat enthält, ist ebend. 562 gegeben. — [5]) Vgl. die Angaben von Gössmann Sill. Amer. J. (2) 42. 217. 368. 1866. — [6]) J. pr. Chem. 49. 61. 1850. — [7]) Jahrb. Miner. 1866. 12.

Dolomit und Mesitin.

Nach Cossa lösen sich in 10000 Theilen Wasser, das bei 18⁰ und 750 Mm. Druck mit Kohlensäure gesättigt wurde, 3,10 Theile Normaldolomit ($Ca Mg C^2 O^6 = Ca O C O^2 + Mg O C O^2$), aber nur 0,75 Theile Normalmesitin ($Fe Mg C^2 O^6 = Fe O C O^2 + Mg O C O^2$). Er fand in 10000 Theilen Wasser, das bei 16⁰ und 758 Mm. Druck mit Kohlensäure gesättigt wurde, 1,15 Theile Mesitin von der Zusammensetzung $Mg Fe^3 C^4 O^{12} = Mg O C O^2 + 3 Fe O C O^2$ löslich, wobei das Gelösete zuerst ganz aus $Fe O C O^2$ bestand. [1])

Als A. Kupffer [2]) auf den in Wasser feinvertheilten Dolomit von Igapank, Oesel, der nach Abrechnung von Eisenoxyd, Thonerde und unlöslichem Rückstand dem Normal-Dolomit entspricht, 4 Stunden lang einen Kohlensäurestrom wirken liess, fand er 2,967 Normal-Dolomit gelöset, also fast dieselbe Menge wie Cossa. Die Lösung enthielt 54,64 pCt. $Ca O C O^2$ und 45,36 pCt. $Mg O C O^2$. Aehnliche Resultate erhielt Gorup-Besanez. [3])

(Vergl. bei Verwitterung des dolomitischen Kalkes.)

Die Löslichkeit von Normal-Dolomit und Normal-Mesitin entspricht nicht der Löslichkeit ihrer Einzelkarbonate, es liegen also nicht Mischungen, sondern chemische Verbindungen vor.

Nach Pattison löst aus feingemahlenem Dolomit Kohlensäure bei 5—6 Atmosphären Druck die Magnesia leichter als den Kalk, so dass man diesen Process zur Darstellung von Magnesiakarbonat verwendet. [4]) Nach Dana giebt in hoher Temperatur das Magnesiakarbonat des Dolomites die Kohlensäure leichter ab als das Kalkkarbonat, so dass man Magnesia mit Kohlensäure ausziehen kann. [5])

Eisenspath.

Nach Wagner [6]) lösen bei 4—6 Atmosphären Druck 10000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers 7,25 Spatheisen; die Lösung scheidet in der Siedhitze einen schwarzen amorphen Niederschlag ab. Nach Cossa (l. c.) lösen sich in dem bei 18⁰ und 750 Mm. Druck mit Kohlensäure gesättigten Wasser 7,20, nach Bischof 6,0755 Eisenspath. K. von Hauer [7]) konnte bei gewöhnlichem Druck 9,1 Eisenoxydulkarbonat lösen; er wendete Eisenstaub an, dargestellt aus Eisenoxyd durch Reduction mittelst Wasserstoff. Die Gegen-

[1]) Cossa schliesst aus diesem Verhalten, dass dieser Mesitin aus Normal-Mesitin $+ 2 Fe O C O^2$ besteht. Nach ihm sind viele Dolomite und Mesitine entweder Gemenge der Normal-Doppelkarbonate oder Gemenge von diesen mit einem einfachen Karbonat. Ber. deutsch. chem. Ges. 2. 697. 1869. — [2]) Arch. Naturk. Liv-, Esth- und Kurlands (1) 5. 179. u. fg. 1870. — [3]) Ann. Chem. Pharm. Suppl. 8. 233. 1871. — [4]) A. Naumann Jahresb. Chem. f. 1873. 1022. — [5]) Sill. Amer. J. (3) 8. 454. 1874. — [6]) J. pr. Chem 102. 233. 1867. Lösung bereitet unter denselben Verhältnissen enthält 52,9 $Zn O C O^2$, trübt sich bei gewöhnlichem Druck und scheidet beim Verdunsten wie in der Siedhitze amorphes basisches Salz ab. Von $Pb O C O^2$ enthält die Lösung 5 Theile, von $Cu O C O^2$ 2,13 Theile. V. Monheim (Verh. naturh. Ver. Rh.-Westph. 6. 9. 1849) fand 8 bis 8,2 $Zn O C O^2$ in 10000 Theilen kohlensauren Wassers löslich. Krystallisirter Zinkspath löset sich in viel geringerem Grade. Nach Fresenius braucht 1 Theil $Pb O C O^2$ 50551 Theile kaltes Wasser zur Lösung. — [7]) J. pr. Chem. 81. 393. 1860.

wart kohlensaurer Alkalien schien ihm das Lösungsvermögen für Eisenoxydulkarbonat zu vermindern. Aber so gesättigte Lösungen kommen in der Natur nicht vor; geringe Mengen sind in Mineralquellen häufig.

Fresenius fand in 10000 Theilen

des Lamscheider Mineralbrunnens, Hundsrück, an Fe O C O^2 0,51755
des Pyrmonter Stahlbrunnens " 0,55878
des Stahlbrunnens Homburg v. d. Höhe " 0,71885
Lerch der Victorsquelle in Königswarth (1862) " 0,8542
K. von Hauer[1]) der Stahlquelle zu Pyrawarth nächst Wien " 0,880
Bunsen der Wenzelsquelle, Rippoldsau " 0,89102

Die Angaben über viel höheren Gehalt in manchen Quellen bedürfen der Bestätigung.

Manganspath.

Lassaigne fand bei 10^0 in 10000 Theilen kohlensauren Wassers 4—5 Manganoxydulkarbonat löslich; die Angabe verdient erneuete Prüfung. Nach Wagner (l. c.) löset sich gefälltes basisch kohlensaures Manganoxydul nur spurweise in kohlensaurem Wasser.

In Quellen neben Eisenoxydulkarbonat, aber fast stets in geringerer Menge In der Kasparquelle von Imnau nach Strecker in 10000 Theilen 0,2387 Mn O C O^2 (neben 0,3770 Fe O C O^2).

Witherit.

Nach Fresenius (l. c.) lösen 10000 Theile kalten, resp. siedenden Wassers 0,707, resp. 0,65 gefälltes Barytkarbonat, die Lösungen werden durch Schwefelsäure sogleich gefällt. Nach Bineau (l. c.) sind in kaltem Wasser nur 0,025, nach Schlössing[2]) bei 16^0 0,186 Ba O C O^2 löslich. Wagner (l. c.) fand in 10000 Theilen mit Kohlensäure gesättigten Wassers bei 4—6 Atmosphären Druck 75,6 gefälltes Barytkarbonat gelöst; die Lösung hielt sich bei gewöhnlichem Druck, liess in der Siedhitze allen Baryt als krystallinischen Witherit fallen und schied bei freiwilligem Verdunsten ein Gemenge von krystallinischem und amorphem Karbonat ab. Nach Lassaigne (l. c.) lösen bei 10^0 10000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers 17,0 Ba O C O^2, nach Bischof[3]) 8,35 gefälltes Barytkarbonat. Nach Bunsen[4]) löset sich Barytkarbonat bei etwa 200^0 und 15 Atmosphären Druck in Salmiaklösung und setzt sich beim langsamen Erkalten in Krystallnadeln ab.

Es ist in manchen Mineralquellen in geringer Menge neben Sr O C O^2 vorhanden, z. B. in Niederselters, Wiesbaden, Fachingen, der Birresborner Quelle, den Emser Quellen, Lamscheid (Fresenius), Königsbrunnen, Kostreinitz, Steiermark. (Gottlieb), Lanoraie, Canada (Hunt).[5]) Den Beweis für das Vorhandensein dieser Karbonate liefern die Quellabsätze.

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 14. Verh. 102. 1864. — [2]) Compt. rend. 75. 73. 1872. — [3]) Chem. Geol. 1. 113. cf. 2. 135. Abweichende Angaben über Löslichkeit in kaltem und siedendem Wasser ebendas. 134. — [4]) Ann. Chem. Pharm. 65. 83. 1848. Dasselbe gilt für Strontianit. — [5]) Geology of Canada 1863. 548. Auch in anderen Quellen in Canada cf. 549.

Bischof (l. c.) fand, dass die gesättigte Lösung von Barytbikarbonat noch Kalkkarbonat aufnimmt; die Lösung enthielt etwa $5\,Ba\,O\,C\,O^2 + 2\,Ca\,O\,C\,O^2$. Von dem vorher gelöseten $Ba\,O\,C\,O^2$ waren $2{,}5$ pCt. gefällt worden.

Strontianit.

Nach Fresenius (l. c.) lösen 10000 Theile kalten Wassers $0{,}555$, nach Bineau $0{,}0333$, nach Hope 10000 Theile siedenden Wassers $6{,}51$ $Sr\,O\,C\,O^2$ [1]).

Lassaigne fand bei 10^0 in 10000 Theilen kohlensauren Wassers $12{,}0$ $Sr\,O\,C\,O^2$ löslich, also weniger als von $Ba\,O\,C\,O^2$, aber mehr als von $Ca\,O\,C\,O^2$.

In Mineralquellen oft neben $Ba\,O\,C\,O^2$ und zum Theil in grösserer Menge als dieses: z. B. in Niederselters, Ragaz-Pfäffers, Luhatschowitz, Emser Quellen, Fachingen, Lamscheid; oft nur $Sr\,O\,C\,O^2$ in Carlsbad (Berzelius), Aachen (Liebig), Obersalzbrunnen (Valentiner), Vichy (Bouquet), Chambly, Canada (Hunt).

b. Die Löslichkeit der Sulfate.

Die hier angeführten Sulfate (Anhydrit, Gyps, Schwerspath, Coelestin) sind, ähnlich wie die Karbonate, wenn auch in verschiedenem und geringerem Grade, in reinem und kohlensaurem Wasser löslich.

In den gewöhnlichen Quellen, im Fluss- und Meerwasser ist das verbreitete Kalksulfat neben Karbonaten ein häufiger Bestandtheil. Sulfate von Baryt und Strontian kommen in geringen Mengen in Meer- und Soolwasser vor; bisweilen ist nur $Sr\,O\,S\,O^3$ ohne $Ba\,O\,S\,O^3$ angegeben, bisweilen beide.

Ueber die Löslichkeit der übrigen in Lösungen vorkommenden Sulfate s. S. 59.

Anhydrit und Gyps.

Aus der Eigenschaft leicht übersättigte Lösungen zu bilden erklären sich die verschiedenen Angaben der Löslichkeit. In 10000 Theilen Wasser lösen sich

$19{,}87$	Anhydrit	=	$25{,}13$	Gyps	bei	15^0	nach	Haver-Droeze [2])
$21{,}29$	„	=	$26{,}95$	„	„	20^0	„	„
$20{,}33$	„	=	$25{,}77$	„	„	$15-20^0$	„	Tipp [3])
			$25{,}16$	„	„	$12{,}5^0$	„	Lecoq de Boisbaudran [4])
			$22{,}57$	„	„	$13{,}7^0$	„	Church [5])
			$22{,}37$	„	„	$14{,}2^0$	„	„
			$23{,}75$	„	„	$20{,}2^0$	„	„
			$23{,}87$	„	„	$21{,}2^0$	„	„
			$21{,}90$	„	„	$16{,}5^0$	„	Cossa [6])
			$23{,}52$	„	„	22^0	„	„
$20{,}64$	„	=	$26{,}01$	„	„	15^0	„	C. Möller [7])
$21{,}34$	„	=	$27{,}00$	„	„	$16{,}2^0$	„	„

[1]) Gmelin. Handb. Chem. 2. 169. — [2]) Ber. deutsch. chem. Ges. 10. 330. 1877. Anhydrit nach Gyps berechnet. — [3]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1854. 325. — [4]) Ann. Ch. Phys. (4) 9. 173. 1866. — [5]) Will. Jahresber. Chem. f. 1867. 192. — [6]) Ist. Venet. (4) 2. 658. 1873. — [7]) Pogg. Ann. 117. 411. 1862. Bei 15^0 und 20 Atmosphären Druck lösen sich $22{,}75$ Anhydrit = $28{,}77$ Gyps. Anhydrit nach Gyps berechnet.

$20{,}_{245}$ Anhydrit	=	$25{,}_{61}$ Gyps	bei 20—22°	nach	Erlenmeyer[1])
$20{,}_{48}$ „	=	$25{,}_{90}$ „	„ 18°	„	Marignac[2])
$21{,}_{808}$ „	=	$27{,}_{57}$ „	„ 18°	„	C. Schmidt[3])

Nach Tipp trüben sich die Lösungen nicht beim Erwärmen, sondern erst beim Verdampfen von Wasser und bilden dann beim Erkalten übersättigte Lösungen. Die Löslichkeit in kohlensaurem Wasser ist nach Davy und Church nicht grösser als die in reinem Wasser; Church fand in 10000 Theilen kohlensauren Wassers bei $18{,}7^0$ $22{,}_{47}$ Gyps gelöset. Bei Gegenwart von Chlornatrium oder Natronsulfat steigt die Löslichkeit.[4]) Von gesättigter Kochsalzlösung bedarf 1 Theil schwefelsaurer Kalk nur 122 Theile, wobei natürlich ein Austausch der Bestandtheile bis zu einem gewissen Grade stattfindet.[5])

C. Schmidt (l. c.) fand, als er bei 18° überschüssiges Gypspulver mit kalt gesättigter Kochsalzlösung (Gehalt an Cl Na $26{,}_{395}$ pCt.) 24 Stunden stehen liess, in 1000 Grammen der Lösung $254{,}_{40}$ Gr. Cl Na und $5{,}_{086}$ Gr. $CaO\,SO^3$; darnach löset sich 1 Theil $CaO\,SO^3$ in 199 Theilen Kochsalzlösung. Als er eine Stunde lang Wasser mit überschüssigem Chlornatrium und Gypspulver kochte, waren in 1000 Gr. gelöst $266{,}_{04}$ Na Cl und $3{,}_{04}$ $CaO\,SO^3$, also weniger $CaO\,SO^3$ als bei 18°.

In gesättigter Magnesiasulfatlösung ist Gyps absolut unlöslich.

Schwerspath ($BaO\,SO^3$).

Nach Fresenius[6]) sind zur Lösung von 1 Theil Barytsulfat mehr als 400000 Theile Wasser nöthig, durch Chlornatrium wird die Löslichkeit nicht merklich erhöhet. Sénarmont fand, dass frisch gefälltes Barytsulfat mit Natronbikarbonatlösung in einer Glasröhre eingeschlossen und etwa 60 Stunden auf etwa 250° erhitzt, sich löst und in mikroskopischen Krystallen abscheidet; in reinem Wasser oder Schwefelalkalien fand unter denselben Umständen keine merkliche Lösung statt.[7]) Nach Mittenzwei löset sich Barytsulfat reichlich in salpetersaurem Ammoniak.[8])

Bisweilen in Mineralquellen enthalten: Driburg, Pyrmont, Homburg, Carlsquelle, Bad Helmstedt (Fresenius), Soden (Casselmann), Hollywell, Humphrey Head (Thorpe) u. s. w.

Coelestin ($SrO\,SO^3$).

Strontiansulfat ist löslicher als Barytsulfat. Nach Fresenius lösen 10000 Theile Wasser bei 14° $1{,}_{450}$, bei 100° nur $1{,}_{067}$,[9]) nach Marignac[10]) $1{,}_{54}$—$1{,}_{67}$

[1]) Chem. Centralblatt 1873. 707. — [2]) Arch. sc. phys. nat. 48. 120. 1873. Das Maximum der Löslichkeit liegt bei 38° = $21{,}_{46}$ Anhydrit. — [3]) Bull. Akad. Petersb. 20. 148. 1874. Anhydrit berechnet nach Gyps. — [4]) Gmelin, Handb. Chem. 2. 200 und C. von Than in Will. Jahresber. Chem. f. 1865. 692. — [5]) Anthon. Berzelius Jahresber. f. 1846. 164. — [6]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1870. 947. — [7]) Ann. Ch. Phys. (3) 32. 156. 1851. Verdünnte Salzsäure (nach Scheerer auch verdünnte Schwefelsäure) haben dieselbe Wirkung wie Natronbikarbonat. — [8]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. für 1858. 122. — [9]) Ann. Chem. Pharm. 59. 121. 1846. Nach Brandes und Silber lösen sich in 10000 Theilen siedenden Wassers $2{,}_{82}$ Theile $SrO\,SO^3$. — [10]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1858. 125.

Theile. Die Löslichkeit wird nach Andrews durch Natronsulfat beeinträchtigt. In Kochsalzlösung löset sich Strontiansulfat langsam, aber vollständig. Nach Virck lösen 100 Theile Cl Na — Lösung mit $22{,}17$ pCt. Cl Na $0{,}1811$ Sr O S O^3; mit $15{,}54$ pCt. Cl Na $0{,}2186$ Sr O S O; mit $8{,}44$ pCt. Cl Na $0{,}1653$ Sr O S O^3. Aehnlich verhalten sich die Chloride von Kalium, Calcium, Magnesium.[1])

In manchen Mineralquellen nachgewiesen: neben Barytsulfat in Driburg. Pyrmont, Soden, Homburg, Ungemachquelle Baden, Hollywell u. s. w.; ohne Barytsulfat in Leuk, Kissinger Ragoczy, Soolwasser von Dürkheim, Antoniusquelle Antogast, Oppenau Sauerquelle beim Taubenwirthshaus, Rippoldsau Prosperschachtquelle, Badenweiler.[2])

c. *Löslichkeit der Chloride, Fluoride und des Apatites.*

Von den Chloriden ist das verbreitete Chlornatrium in Soolen, Quell-, Fluss- und Meerwasser vorhanden; daneben treten die Chloride von Kalium, Magnesium, Calcium sehr zurück. Von den Fluoriden ist Fluorkalium (Fl^2 Ca), aber nur sparsam, in Gewässern vorhanden. Aus dem Apatit ist vorzugsweise der Gehalt an Kalkphosphat in den Gewässern abzuleiten.

Chlornatrium.

Es lösen 100 Theile Wasser

nach Mulder[3])	bei	7^0	$35{,}7$	Theile Cl Na
nach Möller[4])	„	12^0	$35{,}78$	„ „
nach „	„	15^0	$35{,}68$	„ „
nach Page u. Keightley[5])	„	$15{,}6^0$	$35{,}76$	„ „
nach Fehling[6])	„	100^0	$39{,}92$	„ „

Es enthält also Soole gesättigt

bei	12^0	$26{,}35$	Cl Na
„	$15{,}6^0$	$26{,}34$	„
„	100^0	$28{,}59$	„

Die Gegenwart von Chlorcalcium und Chlormagnesinm vermindert die Löslichkeit. Sättigt man nach Mulder (l. c.) gleichzeitig bei 7^0 Wasser mit Cl Na und Cl^2 Ca, so enthält die Lösung auf $4{,}6$ Cl Na $39{,}5$ Cl^2 Ca. In Wasser. das $27{,}4$ pCt. Mg Cl^2 enthält, lösen sich nach Bischof[7]) nur etwa 2 pCt. Cl Na. Auch Chlorkalium vermindert die Löslichkeit des Chlornatriums.

Nach Möller und Sorby[8]) steigt die Löslichkeit des Chlornatriums bei Druck. In der Natur treten gesättigte Lösungen von Chlornatrium auf, wie sie bei anderen Salzen nicht vorkommen.

[1]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 127. — [2]) Bunsen und Fresenius. Zs. f. analyt. Chem. 10. 437. 1871. — [3]) Will. Jahresber. f. Chemie für 1866. 67. — [4]) Pogg. Ann. 117. 390. 1862. Bei 40 Atmosphären Druck enthielt die Lösung $26{,}40$ pCt, Chlornatrium. — [5]) Naumann und Laubenheimer. Jahresber. Chem. für 1872. 25. Lösung bei 100^0 gesättigt und auf $15{,}6^0$ erkaltet enthielt $26{,}61$ Chlornatrium. — [6]) Ann. Chem. Pharm. 77. 382. 1851. Gay Lussac fand $40{,}3$, Mulder $40{,}4$ Cl Na in der Siedhitze löslich. Vergl. G. Karsten im Archiv f. Mineral. 20. 1. 1816. — [7]) Chem. Geol. 2. 57 und 58. — [8]) Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 96.

Chlorkalium.

Chlorkalium ist etwas weniger löslich als Chlornatrium.

Es lösen 100 Theile Wasser

nach Mulder	bei 7^0	31	Theile	Cl K
nach „	„ $14,_5{}^0$	$33,^2$	„	„
nach Page und Keightley	„ $15,_6{}^0$	$32,_{88}$	„	„

Die Gegenwart von Chlorcalcium vermindert die Löslichkeit. Es lösen nach Mulder (l. c.) 100 Theile Wasser gleichzeitig $63,_5$ $Cl^2 Ca$ und nur $4,_9$ Cl K. Nach Bischof (l c.) vermindert auch Chlormagnesium die Löslichkeit des Chlorkaliums.

Chlorcalcium.

Nach Mulder (l. c.) lösen 100 Theile Wasser bei 7^0 56, nach Kremers bei $10,_2{}^0$ $63,_{29}$ Theile Chlorcalcium.

Chlormagnesium und Chlorstrontium.

Nach C. Schmidt lösen bei $17,_5{}^0$ 100 Theile Wasser $56,_{25}$ Theile Chlormagnesium. Die gesättigte Lösung kann nach Bischof[1]) höchstens 1 pCt. Chlornatrium in Lösung erhalten.

Nach Mulder lösen bei $14,_5{}^0$ 100 Theile Wasser $50,_7$ Chlorstrontium.

Chlorsilber.

Bei 15^0 noch 0, ist in siedendem Wasser die Löslichkeit verhältnissmässig gross nach Stas.[2])

Fluorcalcium.

Nach Wilson lösen bei $15,_6{}^0$ 10000 Theile Wasser $0,_{37}$ Fluorcalcium; heisses Wasser löset mehr. Auch in kohlensaurem Wasser löslich, findet es sich in sehr geringen Mengen in Quellen und Thermen. Flussspath verkittet bisweilen Bruchstücke verschiedenartiger Mineralien in den Gängen (Drei Prinzenspath bei Freiberg).

Apatit.

Nach Bischof[3]) lösen 10000 Theile kohlensauren Wassers $1,_{036}$ Apatit, nach Williams (Gehalt an Kalkphosphat $89,_{27}$ pCt.) $0,_{71}$ Theile, nach Bischof (l. c.) von basischem Kalkphosphat, wie es durch Fällung erhalten wird, 9 Theile, nach Lassaigne $7,_5$ Theile.

In Salzwasser, das $^1/_{12}$ seines Gewichtes Chlornatrium enthielt, lösen sich nach Lassaigne $3,_{175}$ Theile basisches Kalkphosphat, nach Liebig[4]) in 10000 Cc Lösung, welche 20 Gr. Kochsalz enthielt, $0,_{457}$ Gr. Kalkphosphat ($3 CaO + P^2 O^5$).

[1]) Chem. Geol. 2. 70. [2]) Compt. rend. 73. 998. 1871. [3]) Chem. Geol. (2) 242. — [4]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1858. 501.

d. *Die Löslichkeit der Phosphate, Arseniate, Wolframiate u. s. w.*

Bischof[1]) konnte die Löslichkeit von Thonerdephosphat in kohlensaurem Wasser nachweisen. Pierre[2]) fand in 10000 Theilen kohlensauren Wassers löslich 10 Theile Eisenoxydulphosphat und $0{,}8$ Theile Eisenoxydphosphat, Bischof[3]) $0{,}4074$ Theile Pyromorphit und nahezu $0{,}1$ Theil künstlich dargestellten wolframsauren Kalk.[4])

Ohne Zweifel löst kohlensaures Wasser noch viele andere, meist sekundär gebildete Phosphate, Arseniate, Vanadate u. s. w., da sie sich zum grossen Theil leicht in verdünnten Säuren lösen.

Die Löslichkeit der metallsauren Verbindungen in kohlensaurem Wasser (oder im Ueberschuss der entsprechenden Säure und Lösungen anderer Salze) ist sehr wenig untersucht.

e. *Löslichkeit von Quarz und Kieselsäure.*

Als Delesse Quarz der Einwirkung von heissem Wasser aussetzte, dessen Temperatur 160° nicht überschritt, fand er den Gewichtsverlust nur gering.[5]) Quarz gehört also zu den löslichen, wenn auch schwer löslichen Mineralien.

Kieselsäure, durch Verwitterung oder Zersetzung aus Silikaten ausgeschieden oder künstlich aus Siliciumverbindungen dargestellt, ist viel löslicher.

Nach J. Fuchs lösen 10 000 Th. Wasser aus feuchtem gallertartigem Kieselsäurehydrat, dargestellt durch Einleiten von Fluorsilicium in Wasser, $1{,}3$ Kieselsäure.[6])

Von gallertartiger Kieselsäure, erhalten durch Einleiten von Kohlensäure in verdünnte Lösung kieselsaurer Alkalien, lösen nach Struckmann 10 000 Th. Wasser $2{,}1$ Th., Wasser mit Kohlensäure gesättigt, $1{,}36$ Th.[7])

Maschke fand 9, resp. $7{,}8$ Th. Kieselsäure löslich.[8])

Auch in der Natur dienen Alkalikarbonate als Lösungsmittel für Kieselsäure. Sie findet sich im Quell-, Thermal-, Fluss- und Meerwasser in geringen Mengen.

Unter den nicht thermalen Quellen von Canada fand T. Sterry Hunt[9]) eine (Baie du Febvre, Courchêne's Spring), welche in 1000 Th. Wasser (neben $4{,}834$ Cl Na, dem Hauptbestandtheil) $0{,}2120$ Kieselsäure und $1{,}5416$ Natronkarbonat enthielt.

f. *Löslichkeit von Magneteisen und Eisenoxyden.*

Nach Bischof[10]) lösen 10 000 Th. Wasser $0{,}033$—$0{,}036$ Magneteisen. Das durch Abdampfen der Lösung erhaltene Eisenoxyd wurde auf Magneteisen berechnet. Bedingte die Kohlensäure des Wassers die Lösung?

Als R. Müller[11]) $13{,}0626$ g Magneteisen mit kohlensaurem Wasser behan-

[1]) Chem. Geol. II. 253. — [2]) Liebig u. Kopp. Jahresber. Chem. für 1852. 795. — [3]) Chem. Geol. III. 802. Es hatte sich kein Bleioxydkarbonat gebildet. — [4]) ib. 771. — [5]) Bull. géol. (2) 19. 81. 1862. — [6]) Ann. Chem. Pharm. 82. 120. 1852. — [7]) ib. 94. 341. 1855. — [8]) Zs. geol. Ges. 7. 439. 1855. — [9]) Geology of Canada. 1863. 549. — [10]) Chem. Geol. 2. 908. — [11]) Tschermak. Mineral. Mitth. 1877. 33.

delte, fand er in der abgedampften Lösung 0,0445 Eisenoxyd. Wird Magneteisen als solches gelöset, so waren 0,8293 pCt. des angewendeten Magneteisens in Lösung gegangen.

Nach Bineau löset sich Eisenoxydoxydul (entstanden durch Einwirkung von lufthaltigem Wasser auf Eisen) in 150 000 Th. Wasser. Bei Zutritt der Luft trübt sich die Lösung durch Oxydbildung.[1])

Brescius fand, dass gefälltes Eisenoxydhydrat unter unbekannten Bedingungen beim Auswaschen sich zum Theil in Wasser löset.[2]) Kommt dieselbe Erscheinung in der Natur vor?

g. Die Löslichkeit der durch Oxydation aus Sulfureten der schweren Metalle entstehenden schwefelsauren Salze.

Durch Oxydation der Schwefelverbindungen der schweren Metalle entstehen schwefelsaure Salze; $MS + O = MSO^4 (MOSO^3)$.

Von den hier aufgeführten Mineralien liefern lösliche schwefelsaure Salze die Sulfuride des Eisens, — Schwefelkies, Markasit, Magnetkies — ebenso Bleiglanz Pb S und Zinkblende Zn S. Aehnlich verhalten sich die Schwefelverbindungen von Mangan, Kupfer, Nickel, Kobalt und deren combinirte Schwefelverbindungen. Wasserfrei ist $PbOSO^3$, die übrigen Sulfate sind meist wasserhaltig.

100 Theile Wasser lösen bei

11⁰	0,004383 $PbOSO^3$, schwefelsaures Bleioxyd,	Fresenius,
15⁰	0,003155 $PbOSO^3$, „	Rodwell,
0⁰	73,58 $ZnOSO^3 + 7$ aq, Zinkvitriol = 41,8 $ZnOSO^3$,	Tobler,
0⁰	23,47 $CuOSO^3 + 5$ aq, Kupfervitriol = 15 $CuOSO^3$,	Diacon und Pfaff,
3⁰	47,50 $CoOSO^3 + 7$ aq, Kobaltvitriol = 26,2 $CoOSO^3$,	Tobler,
2⁰	55,08 $NiOSO^3 + 7$ aq, Nickelvitriol = 30,4 $NiOSO^3$,	Tobler,
12⁰	38,96 $FeOSO^3 + 7$ aq, Eisenvitriol = 21,3 $FeOSO^3$,	Tobler.

h. Die Löslichkeit der übrigen in Wässern auftretenden Verbindungen.

In Wässern, Quell-, Fluss- und Meerwasser, kommen noch Salze vor, die als Mineralien sparsam oder gar nicht auftreten. Sie entstehen in den allermeisten Fällen durch Verwitterung. Auch hier wird der Grund der Löslichkeit vielfach durch Gegenwart fremder Salze modificirt, worüber zahlreiche Untersuchungen von Karsten, C. von Hauer, Mulder, Pfaff, Diacon, Rüdorff u. s. w. vorliegen.

Es lösen 100 Th. Wasser

bei	von			
bei 10⁰	von $K^2OCO^2 + aq$	24,4	Th.	Mulder,
10⁰	„ $Na^2OCO^2 + aq$	8,3	„	Mulder,
13⁰	„ Li^2OCO^2	0,77	„	Kremers,
15⁰	„ K^2OSO^3	10,3	„	Mulder,
17,9⁰	„ Na^2OSO^3	16,28	„	Diacon,
17,9⁰	„ $MgOSO^3$	33,28	„	Diacon,
10⁰	„ NH^4OSO^3	73	„	Mulder,

[1]) Jahresber. Chem. f. 1855. 296. — [2]) ib. f. 1871. 297.

bei 15,6°	von	$Cl^2Ba + 2 aq$	43,5 Th.	Gay Lussac,
10°	„	NH^4Cl	33,8 „	Mulder,
20°	„	LiCl	80,64 „	Kremers,
19,5°	„	Br^2Mg	91,5 „	Kremers,
18—19°	„	BrNa	85,36 „	C. von Hauer,
15°	„	Na^2ONO^5	80,28 „	C. von Hauer.

Die übrigen in Gewässern vorkommenden Salze, wie Silikate und Phosphate von Natron, salpetersaure und borsaure Salze, Jodverbindungen, Ammoniaksalze, Verbindungen von Rubidium und Caesium, bisher nicht angeführte Metalloxydverbindungen finden sich nur in äusserst geringen Mengen.

i. In Wasser lösliche Mineralien.

Mit dieser Aufzählung ist jedoch die Reihe der in Wasser löslichen Mineralien nicht erschöpft. Arsenikblüthe, Brucit, Pyrochroit, Sassolin, Cotunnit, die Chlorverbindungen des Eisens und die flüchtigen Chlorverbindungen anderer Metalle, die salzsauren Doppelsalze Carnallit und Tachyhydrit, die Nitrate, Stassfurthit, Larderellit, Borax, Hydroboracit. die wasserfreien und wasserhaltigen neutralen Doppelsulphate, Kainit, Haarsalz ($\dddot{Al} S O^3 + 18 aq$), Coquimbit, Ihleit ($\dddot{Fe} + 2 S O^3 + 12 aq$),[1] Uranvitriol, Kryolith, Datolith (?) u. s. w. sind in Wasser löslich. Versuche über Löslichkeit in kohlensaurem Wasser würden die Reihe erheblich vergrössern.

Kieselkupfer, Kieselzink lösen sich nach Versuchen von Bischof in kohlensaurem Wasser.

Wöhler[2]) löste bei 180—190° und unter einem Druck von 10—12 Atmosphären Apophyllit in Wasser und erhielt ihn beim Erkalten in Krystallen wieder.

Nach Bunsen's Versuchen[3]) ist nicht der Druck, sondern die Temperatur das Wesentliche. Baryt- und Strontian-Karbonat lösten sich bei 200° und etwa 15 Atmosphären Druck in Salmiaklösung und schieden sich beim Erkalten in oft millimeterlangen Krystallnadeln wieder aus; lässt man ohne Temperaturerhöhung nur diesen Druck oder das Doppelte desselben allein einwirken, so zeigt sich keine Spur einer Wirkung.

Nach den Versuchen von Sorby[4]) ist die Löslichkeit bei Salzen, welche im gelösten Zustande eine Zunahme des Volumens zeigen, unter höherem Druck eine geringere; bei Chlornatrium, Kupfervitriol, Kalisulfat ist sie bei höherem Druck grösser. Findet eine Aenderung des Volumens bei der Lösung nicht statt, so wird erhöhter Druck ohne Einfluss auf die Löslichkeit sein.

Versuche, welchen Einfluss Druck auf die Löslichkeit der Mineralien in Wasser ausübt, stellte auch Pfaff an. Bei einem Druck von 20 Atmosphären gab in 24 Stunden ein 150 mg schweres Gypsblättchen 7 mg an gesättigte Gypslösung ab; 140 mg Bergkrystall bei 290 Atmosphären Druck nach 4 Tagen 4 mg ab; ebenso verminderte sich das Gewicht von Orthoklas.[5])

[1]) Jahrb. Min. 1877. 252. — [2]) Ann. Chem. Pharm. 65. 80. 1848. — [3]) ib. 82. — [4]) Will. Jahresber. Chem. für 1863. 97. — [5]) Allgemeine Geologie. 1873. 311.

Kapitel IV.

Die Pseudomorphosen.

Nennt man die krystallinischen oder amorphen Mineralkörper, welche, ohne selbst Krystalle zu sein, die Krystallform eines anderen Minerals zeigen, Pseudomorphosen, so gehören zu ihnen, ihrer Entstehung nach, zwei verschiedene Gruppen:

Pseudomorphosen, gebildet durch chemische Einwirkung (metasomatische Pseudomorphosen, Zirkel) und

Pseudomorphosen, gebildet durch Absatz eines fremden Minerals aus Lösung auf ein anderes (hypostatische Pseudomorphosen, Zirkel, Perimorphosen und Pleromorphosen, Kenngott).

Werden Krystalle von einem anderen aus Lösung abgesetzten Mineral umhüllt, so kann unter der Bekleidung[1]) (Perimorphosen Kenngott)[2]) entweder die ursprüngliche Substanz erhalten bleiben oder später (sei es ganz, sei es theilweise) in Lösung fortgeführt werden. Der so entstandene Hohlraum kann entweder leer bleiben und die Innenseite der Umhüllung wird dann einen Abdruck der Krystallform des verschwundenen Minerals zeigen (hohle Umhüllungspseudomorphose) oder der Hohlraum wird (sei es ganz, sei es theilweise) mit dem umhüllenden oder mit einem andern Mineral erfüllt (Ausfüllungspseudomorphose). Wird später von dieser die Hülle entfernt, so ist sie schwer von der durch chemische Einwirkung gebildeten Pseudomorphose zu unterscheiden.

Wird ein Krystall in der Art entfernt, dass die Form seiner früheren Raumbegrenzung erhalten bleibt, so können die in dem Hohlraum abgesetzten Mineralien die Gestalt des ursprünglichen Krystalls nachahmen (Infiltrationspseudomorphosen Dana). Kenngott bezeichnet alle diese Gebilde, gleichgültig ob der Krystallraum durch seine ursprüngliche Umgebung oder durch eine Perimorphose gewahrt wurde, ob die Fortführung der ursprünglichen Substanz oder der Absatz des Neuhinzugeführten sich unmittelbar folgten oder ob der leergewordene Raum eine Zeit lang unerfüllt blieb und die Ausfüllung erst später erfolgte, als Pleromorphose und unterscheidet, nach dem Unterschied der Zeit der Erfüllung, syngenetische und epigenetische Pseudomorphosen.

Von den durch chemische Einwirkung gebildeten Pseudomorphosen sind als besondere Gruppe die sparsamen Paramorphosen abzutrennen: Umwandlun-

[1]) Anätzung und Umwandlung unter der Bedeckung beweisen für chemische Einwirkung; glattes Ablösen und Mangel an chemischer Einwirkung für blossen Absatz. Geschieht im letzteren Falle keine weitere Veränderung, weder mit der Unterlage noch mit dem Ueberzuge, so wird man nicht von Pseudomorphosen reden können. — [2]) Perimorphosen nennt Scheerer die Kernkrystalle: regelmässige aus einem Individuum bestehende Krystallhüllen, welche Aggregate eines anderen Minerals umschliessen.

gen unter Erhaltung der Krystallform ohne Verlust und ohne Aufnahme von Stoffen, welche auch bei künstlichen Krystallen bekannt sind. Die übrigen hieher gehörigen Pseudomorphosen stellen den verhältnissmässig seltenen Fall vor, wo bei einfacher und complicirter Verwitterung oder bei Zersetzung die Form des ursprünglichen Minerals gewahrt blieb.[1]) Mit Ausnahme einiger durch hohe Temperatur entstandenen Paramorphosen und der durch Zersetzung gebildeten Pseudomorphosen (s. Zersetzung) erscheint überall die Bildung der Pseudomorphosen als ein langsamer, durch sehr verdünnte Lösungen vermittelter Vorgang, dessen einzelne Stadien festzustellen nicht in allen Fällen gelingt. Die bisweilen beobachtete Erhaltung der Spaltbarkeit des umgewandelten Minerals spricht für die Langsamkeit des Vorganges, der von aussen beginnt und auf Rissen, Spalten, Zwillingslamellen, Blätterdurchgängen fortsetzt. Selten begünstigt zonaler Aufbau oder Einschluss fremder Substanz die Zerstörung gewisser Lagen, während andere unberührt bleiben, oder durch Sprünge vermittelt beginnt die Umwandlung im Innern. Man wird den Pseudomorphosen am häufigsten da begegnen, wo die Circulation der Lösungen durch die örtlichen Verhältnisse begünstigt wird; auf Gängen, Klüften, Drusenräumen oder da, wo in klüftiger Gesteinmasse eingeschlossen Krystalle der Umwandlung oder Fortführung unterliegen. Der Vorgang bei echten Pseudomorphosen durch einfache oder complicirte Verwitterung setzt voraus, dass die jüngst gebildete Umwandlungsschicht von der später zudrängenden Lösung nicht wieder fortgeführt wird und zugleich für dieselbe Lösung durchgängig bleibt.

Die spezielle Darstellung der Pseudomorphosen, und der Versuch die Pseudomorphosen nach ihrer Genesis zu ordnen, leidet an der Ungenauigkeit der Angaben in der grossen und zerstreuten Literatur. Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen, Absätze in den durch Fortführung der Mineralien entstandenen Hohlräumen, welche die Form des fortgeführten Minerals bewahrt haben, lassen sich kaum von den übrigen Pseudomorphosen sondern. Nachdem Breithaupt,[2]) Blum[3]) und Bischof[4]) ihre grundlegenden Arbeiten mitgetheilt hatten, hat die mikroskopische Untersuchung der Mineralien und der Gesteine die Zahl der Pseudomorphosen bedeutend vergrössert und zum Theil die Theorie wesentlich gefördert, aber diese ist noch weit von Vollständigkeit entfernt.

Blum führt die Bildung der Pseudomorphosen auf zwei Hauptvorgänge zurück:

1. „Auf Umwandlung: Veränderung in der Substanz, beruhend
   a) auf Abscheidung,
   b) auf Aufnahme von Bestandtheilen,
   c) auf beiden zugleich, auf Austausch von jenen.

Das neue Mineral steht zu dem älteren in einer bestimmten chemischen

[1]) Absätze in den Zwischenräumen von Krystallen, wodurch Abdrücke auf dem neugebildeten Mineral entstehen, wird man den Pseudomorphosen nicht zurechnen wollen. — [2]) Namentlich in der Paragenesis der Mineralien. — [3]) Die Pseudomorphosen des Mineralreichs. 1843 (citirt als Pseudom.). Nachtrag zu den Pseudomorphosen des Mineralreichs 1847 (citirt als Pseudom. I). Zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen des Mineralr. 1852 (= Pseudom. II). Dritter Nachtrag etc. 1863. (= Pseudom. III) u. Aufsätze in Jahrb. Miner. — [4]) Chemische Geologie. Ed. I. u. Ed. II.

Beziehung, so dass beide einen oder mehrere Bestandtheile gemeinsam haben. Die Bildung dieser Pseudomorphosen ist Folge eines chemischen Processes."

2. „Auf Verdrängung: ein Mineral nimmt die Stelle eines anderen ein, obwohl beide nicht in der geringsten chemischen Beziehung zu einander stehen, wenn man, wie billig, vom Sauerstoff absieht."

   a) Die Verdrängung findet durch Umhüllung statt, wodurch gewöhnlich hohle, mit rauher oder drusiger Oberfläche versehene, seltener ganz ausgefüllte Umhüllungspseudomorphosen hervorgerufen werden.

   b) Die Verdrängung beginnt an einem äussern Punkt (meist der Aufwachsungsstelle), schreitet von hier aus weiter und ersetzt endlich die ganze Masse. Meist haben diese Ersetzungspseudomorphosen eine glatte Oberfläche.[1])

Später führt Blum auch die Paramorphosen als besondere Gruppe auf.[2])

Bei der Bildung der Verdrängungspseudomorphosen, welche, im Gegensatz zu den Umwandlungspseudomorphosen, einen Uebergang der verdrängenden Substanz in die verdrängte zeigen,[3]) nimmt Blum keinen unmittelbaren chemischen Vorgang an, sondern „es tritt eine Mineralsubstanz gegen eine andere gleichsam feindlich und in der Weise auf, dass sie die Stelle der letzteren ganz oder zum Theil einnimmt, jedoch nur allmählich und im Augenblick, wo Partikelchen von jener verschwinden." Dieser Process ist ein mechanischer,[4]) d. h. ein solcher, bei dem die chemische Differenz der Materie nicht in Betracht kommt.[5]) Die Ausfüllungspseudomorphosen zählt Blum den Verdrängungspseudomorphosen zu.[6])

Wie schon Bischof[7]) nachweiset, bietet die Haupteintheilung Blum's grosse Schwierigkeiten. Datolith in Chalcedon und Feldspath in Kaolin stellt Blum beide zu den Umwandlungspseudomorphosen durch Austausch von Bestandtheilen, weil er annimmt, dass aus dem Datolith Kalk, Borsäure, Wasser entfernt und Kieselsäure aufgenommen werde. Auch Blum's Eintheilung der Umwandlungspseudomorphosen wird man gern aufgeben, da nach ihr ganz analoge Vorgänge in verschiedene Abtheilungen kommen z. B. Bleiglanz in Bleivitriol und Eisenkies in Eisenvitriol, weil im letzteren Falle ein Austausch, im ersteren nur eine Aufnahme von Bestandtheilen angenommen wird. Dasselbe gilt für Umwandlung von Rothkupfererz in Gediegen-Kupfer und in Melakonit.

Nach der hier angenommenen Eintheilung zerfallen die Pseudomorphosen in:

1. Paramorphosen,
2. Pseudomorphosen, durch einfache Verwitterung entstanden,
3. Pseudomorphosen, durch complicirte Verwitterung entstanden,
4. Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen, zu denen auch die Infiltrationspseudomorphosen gehören.

[1]) Pseudom. 6 u. 7. — [2]) Pseudom. III. — [3]) Pseudom. II. 3. — [4]) Pseudom. 8. — [5]) ib. p. 6. — [6]) ib. III. 4. — [7]) Chem. Geol. I. 144 u. ff.

Die erste Abtheilung entspricht den Paramorphosen Blum's, die zweite enthält einen Theil seiner Umwandlungspseudomorphosen, von denen ein Theil den durch complicirte Verwitterung entstandenen angehört, während Blum's Verdrängungspseudomorphosen meist der vierten Abtheilung zufallen. Pseudomorphosen der beiden ersten Abtheilungen — Paramorphosen und Pseudomorphosen durch einfache Verwitterung — sind viel weniger häufig als Pseudomorphosen der beiden letzteren, von denen bei genauerer Untersuchung die Zahl der Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen wohl noch zunehmen wird. Pseudomorphosen durch einfache Verwitterung, bei denen ungleichnamige Theile des Bestandes fortgeführt werden, wie aus Ankerit Kalk- und Magnesiakarbonat, während Eisenoxydhydrat zurückbleibt, wie Kaolin aus Feldspath entstanden, kann man als Restpseudomorphosen bezeichnen.

1. Paramorphosen. [1])

Als solche werden angeführt:

Aragonit in Kalkspath, Kalkspath in Aragonit, Quarz in amorphe Kieselsäure (Kascholong), Eisenkies in Strahlkies, Strahlkies in Eisenkies, Anatas in Rutil, Arkansit (Brookit) in Rutil, Andalusit in Disthen.

Eine ausreichende Theorie für die in der Natur vorkommenden Paramorphosen lässt sich kaum geben. Die auch künstlich gekannte Umwandlung von Aragonit in Kalkspath durch erhöhte Temperatur liegt sicher in Einem Falle vor, aber in den andern bisher untersuchten Fällen ist Temperaturerhöhung nicht nachzuweisen. Umänderung durch Lösung erscheint viel wahrscheinlicher, die auch bei der Paramorphose von Kalkspath in Aragonit und ohne Zweifel bei der Paramorphose des Quarzes anzunehmen ist. Die Paramorphose der Eisensulfuride erscheint nicht ganz sichergestellt. Die Paramorphosen in Rutil bedürfen noch der Erklärung, ebenso die des Andalusites in Disthen (s. bei Silikaten).

2. Pseudomorphen durch einfache Verwitterung.

Hier, wo nur Einwirkung von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure und organischer Substanz auf Mineralien in Betracht kommt, finden sich nicht bloss Aufnahme einer oder mehrerer dieser Agentien, sondern auch Abgabe von Sauerstoff und Wasser und ausserdem Veränderungen, welche durch Fortführung eines Theils der Bestandtheile des Minerals bewirkt werden.

Bei den in kohlensaurem Wasser vollständig als solche löslichen Mineralien, welche weder Sauerstoff noch Kohlensäure, noch Wasser aufnehmen, wie Chlornatrium, Flussspath, Schwerspath, Cölestin u. s. w., wird man keine hierhergehörigen Pseudomorphosen erwarten und sie bei den Karbonaten nur da finden, wo Zutritt von Sauerstoff oder Sauerstoff und Wasser schwerlösliche Verbindungen hervorbringt, d. h. bei den Karbonaten von Eisen- und Manganoxydul, mögen sie als solche oder verbunden mit andern Karbonaten auftreten. Da

[1]) Vergl. am Ende von Kapitel V.

ferner Eisenoxydhydrate unter Wasser Wasser abgeben, so erklären sich derartige in der Natur auftretende Pseudomorphosen.

Die Pseudomorphosen des Anhydrites in Gyps bestehen in einfacher Wasseraufnahme, ähnlich die des Glauberites ($Na^2 O S O^3 + Ca O S O^3$) in Gyps, da Wasser vorzugsweise aus ihm Natronsulfat auflöset. Die durch Oxydation der Metallsulfuride entstehenden wasserhaltigen und wasserfreien Sulfate, die Pseudomorphosen in Vitriole gehören hierher. Bei Eisenkies einfach erklärlich, scheint die Oxydation mancher Sulfuride, namentlich des Bleiglanzes, auf besonderen Umständen, vielleicht auf der Gegenwart von Eisenkiesen, zu beruhen.

Schwieriger ist die Umänderung mancher Eisen- und Manganoxyde in einander zu erklären. Umänderung von Eisenoxyd in Brauneisen besteht einfach in Wasseraufnahme; aber bei der Umwandlung von Eisenglanz in Magneteisen muss Sauerstoff entfernt werden. Geschieht es durch organische Substanzen? Da Bildung von Magneteisen auf nassem Wege vorkommt, wenn auch die Umstände, unter denen sie erfolgt, nicht genau bekannt sind, so erscheint die Mitwirkung von organischer Substanz nicht nothwendig. Bei der Umwandlung von Magneteisen in Eisenglanz und Brauneisen tritt Oxydation ein, bei Umwandlung von Manganit in Hausmannit tritt Sauerstoff und Wasser aus, bei der Umwandlung in Pyrolusit Sauerstoff zu und Wasser aus.

Dahin gehört auch die Umwandlung von Psilomelan in Pyrolusit, ferner von Manganosit in Manganit und von Uranpecherz in Gummierz, in beiden Fällen Zutreten von Sauerstoff und Wasser. Aus titanhaltigem Magneteisen und Titaneisen wird das Eisen entfernt, so dass Titansäure (Leukoxen) übrig bleibt. Brucit ($Mg O + aq$) nimmt Kohlensäure auf und liefert Pseudomorphosen in Hydromagnesit; Spinell wird durch Aufnahme von Kohlensäure und Wasser in Houghit pseudomorphosirt. Vivianit liefert durch Oxydation Pseudomorphosen in Beraunit.

Da Arsenkies durch Wasser zerlegt wird, so lassen sich die Pseudomorphosen in Skorodit auf einfache Verwitterung beziehen, wenn man Oxydation der arsenigen Säure zu Arsensäure annimmt. Gilt dasselbe für Pseudomorphosen von Speiskobalt in Kobaltblüthe und Kobaltbeschlag?

Die Pseudomorphosen von Antimonblüthe in Antimon, von Antimon in Antimonblüthe, von Bismuth in Bismuthit, von Gediegen-Kupfer in Rothkupfererz und Malachit, fraglich die von Rothkupfererz in Gediegen-Kupfer, Melakonit, Malachit und Lasur lassen sich auf einfache Verwitterung zurückführen. Die durch Oxydation des Gediegen-Kupfers entstandenen Kupferoxydsalze in Berührung mit Gediegen-Kupfer liefern Rothkupfer, wobei ein Theil des Kupfersalzes in Lösung austritt, da die Form des Gediegen-Kupfers erhalten bleibt. Liegt in den Pseudomorphosen des Gediegen-Kupfers in Malachit zwischen beiden eine Schicht von Rothkupfererz, so entstand dies in derselben Weise. [1]) Die leichte Spaltung des Rothkupfererzes durch Säuren in metallisches Kupfer und Kupferoxydsalze erklärt die Pseudomorphose in Gediegen-Kupfer, das durch Oxydation Melakonit ($Cu O$) liefert; durch Aufnahme von Kohlensäure und Wasser resp. Sauerstoff entstehen die Pseudomorphosen in die Karbonate.

[1]) F. Wibel. Jahrb. Miner. 1865. 409.

Fraglich gehören hierher: Parasit nach Boracit und Pseudoapatit nach Apatit, für welche genaue Analysen nicht vorliegen; Bleispath in Mennige, wo für die Oxydation keine ausreichende Theorie zu geben ist.

Uebersichtlich gehören hierher:

Spatheisen in Brauneisen, Göthit, Rotheisen und Eisenglanz	$- CO^2 + O \pm$ Wasser
Manganspath in Manganit, Pyrolusit und Psilomelan	$- CO^2 + O \pm$ Wasser
Ankerit in Brauneisen (Restpseudom.)	$- CO^2 - CaO - MgO + O +$ Wasser
Eisenzinkspath in Brauneisen (Restps.)	$- CO^2 - ZnO - FeO + O +$ Wasser
Eisenglanz in Brauneisen und Magneteisen	$\underline{o}\ O \pm$ Wasser
Magneteisen in Brauneisen und Rotheisen	$+ O \pm$ Wasser
Manganit in Hausmannit und Pyrolusit	$\pm O -$ Wasser
Rotheisen in Brauneisen	$+$ Wasser
Nadeleisen und Brauneisen in Rotheisen	$-$ Wasser
Psilomelan in Pyrolusit	
Manganosit (Mn O) in Manganit	$+ O +$ Wasser
Uranpecherz in Gummierz (Restps.)	$+$ Wasser
Titaneisen in „Leukoxen“ (Restps.)	$- FeO$?
Anhydrit in Gyps	$+$ Wasser
Glauberit in Gyps (Restps.)	$- Na^2O\,SO^3 +$ Wasser
Eisenkies in Eisenvitriol	$+ O +$ Wasser
Bleiglanz in Bleivitriol	$+ O$
Arsenkies in Skorodit	$+ O +$ Wasser
Brucit in Hydromagnesit	$+ CO^2 +$ Wasser
Spinell in Houghit	$+ CO^2 +$ Wasser
Vivianit in Beraunit	$+ O +$ Wasser
Antimonblüthe in Antimon	$- O$
Antimon in Antimonblüthe	$+ O$
Bismuth in Bismuthit	$+ CO^2 +$ Wasser
Gediegen-Kupfer in Rothkupfer und Malachit	$+ O \pm CO^2$
Fraglich:	
Rothkupfer in Gediegen-Kupfer, Melakonit, Malachit und Lasur	$\pm O, \pm CO^2 \pm$ Wasser
Bleispath in Mennige	$- CO^2 + O$
Boracit in Parasit	?
Apatit in Pseudoapatit	?
Speiskobalt in Kobaltblüthe und Kobaltbeschlag	$+ O +$ Wasser

Für die Darstellung der einfachen Verwitterung und der durch diese hervorgebrachten Pseudomorphosen scheidet man die Silikate zweckmässig in thonerdefreie und thonerdehaltige. Die ersteren, obgleich als solche in Wasser unlöslich, liefern meistens dabei in kohlensaurem Wasser lösliche Körper (Karbonate von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, Zinkoxyd und Kieselsäure), während die thonerdehaltigen Silikate nur angreifbar sind und fast stets einen thonerdehaltigen Rest hinterlassen, wenn auch unter Umständen Thonerde entfernt wird.

Bei den Pseudomorphosen der thonerdefreien Silikate kommt, wie bei den bisher angeführten Pseudomorphosen, einfache Aufnahme und Abgabe von Wasser vor: Olivin ändert sich in den wasserhaltigen Villarsit, Broncit in eine wasserhaltige steatitähnliche Verbindung und in Diaklasit, Zirkon in den wasserhaltigen Malakon um. Aus Kieselzink entsteht durch Wasserabgabe Willemit. Meist ist die Umänderung stärker, ein Theil des chemischen Bestandes wird in Lösung fortgeführt, stets Wasser aufgenommen, Eisen- und Manganoxydul in die schwerlöslichen Oxyde und Oxydhydrate umgewandelt. Enthält das Mineral Kalk, so wird vorzugsweise dieser entfernt.

Olivin liefert Pseudomorphen in Serpentin, Talk, Speckstein, Eisenglanz und Chlorophäit;

Enstatit in Serpentin, Talk und Speckstein, Bastit;

Augit in Pikrophyll, Asbest, Serpentin, Speckstein, Strahlstein;

Hornblende in Serpentin, Talk, Speckstein, Asbest;

Diallag in Serpentin, Talk, Hornblende;

Monticellit in eine kalkhaltige, dem Serpentin entsprechende Verbindung;

Sphen in Xanthitan (fast nur Titansäure und Wasser enthaltend) und in Brookit;

Chondrodit in Serpentin;

Lievrit in Eisenoxyde;

Krokodylith in Faserquarz und Göthit.

Die durch einfache Verwitterung der thonerdehaltigen Silikate entstehenden, nicht sehr zahlreichen Pseudomorphosen, enthalten sämmtlich Thonerdesilikate und Wasser; fast stets wird ein Theil des chemischen Bestandes in Lösung fortgeführt, Eisen- und Manganoxydul in die schwerlöslichen Oxyde und Oxydhydrate umgesetzt.

Die Alkali oder Alkali und Kalk enthaltenden Silikate, die Feldspäthe, Leucit, liefern Pseudomorphosen in Kaolin[1]) ($\dddot{Al}$ 2 Si O^2 + aq), der auch nach Beryll (Entfernung von Beryllerde), Topas (Entfernung von Al Si Fl^{10}) und wie es scheint, auch Andalusit ($\dddot{Al}$ Si O^2) vorkommt. Nicht selten enthält das Thonerdesilikat bei anfangender Verwitterung noch Substanzen aus dem Ursprungsmineral herrührend: Alkalien, Kalk, Magnesia, Eisenoxyde und Karbonate von Kalk und Magnesia. Dahin gehört auch die Umänderung des Porcellanspathes in Porcellanerde, bei welcher Kalk und Alkalien entfernt werden.

Die an Eisen, Kalk und Magnesia reicheren Silikate, wie Hornblende, Augit, Turmalin, Staurolith, Orthit, wandeln sich durch einfache Verwitterung in wasserhaltige und thonerdehaltige Silikate um, in denen die Mengen von Eisen, Kalk und Magnesia sehr stark wechseln; nur selten, wie im Anauxit, der aus Augit entsteht, werden diese Basen fast vollständig entfernt, so dass ein Thonerdesilikat mit Wasser übrig bleibt.

Die Umwandlung der Magnesiaglimmer in Rubellan ist chemisch nicht untersucht. Ob die Umwandlung des Augits in Uralit hierher gehört?

[1]) Kaolinbildung aus Nephelin ist nicht beobachtet; aus thonerdehaltigen Zeolithen gehen kaolinähnliche Verbindungen hervor.

3. Die Pseudomorphosen durch complicirte Verwitterung.

Hierher gehören die durch Einwirkung von Lösungen entstandenen Pseudomorphosen; sie sind bedingt durch das Nebeneinander der verschiedenen Mineralien. Nicht immer lässt sich der Vorgang vollständig erklären, häufig sind mehrere Umänderungen auf einander gefolgt. Manche Pseudomorphosen sind künstlich dargestellt, während für andere die Nachahmung zum Theil nicht gelungen, zum Theil nicht versucht ist. Für die Wirkungen der Lösungen, welche aus den in kohlensaurem Wasser löslichen Mineralien hervorgehen, ist die Theorie meist einfach, wenn man dazu Reduktion der Sulfate zu Sulfuriden durch organische Substanz rechnet und der Löslichkeit der durch Oxydation der Sulfuride entstandenen Sulfate gedenkt. Da ferner Schwefelverbindungen der Alkalien und alkalischen Erden $Sb^2 S^3$, $As^2 S^3$ und vielleicht auch andere Schwefelmetalle lösen, so können diese ausgelaugt und zugeführt werden.

Die durch complicirte Verwitterung der Silikate entstehenden Pseudomorphosen bieten der Theorie grössere Schwierigkeiten. Da Alkalisilikat Thonerde löset, so kann auf diesem Wege Thonerde entfernt und zugeführt werden; ein Vorgang, der auch in vielen anderen Weisen (s. Verwitterung der Silikate) vermittelt werden kann. Einwirkung von Kalk-, Eisen-, Magnesia-Lösungen auf thonerdehaltige Silikate sind häufig und führen zu den verschiedensten Produkten. Namentlich treten häufig Pseudomorphosen auf in Chlorit, Epidot, Glimmer, in Serpentin und serpentinähnliche Mineralien.

So kommt vor:

Chlorit nach Augit, Hornblende, Turmalin, Granat, Vesuvian;

Epidot nach Orthoklas, Oligoklas, Labrador; Augit, Hornblende, Granat, Wernerit;

Glimmer nach Orthoklas, Augit, Hornblende, Granat, Turmalin, Epidot, Cordierit, Zoisit, Andalusit, Beryll, Cyanit, Orthit, Topas, Vesuvian und dazu gehört die Gruppe der Pinitoide.

Die Pseudomorphosen der vorzugsweise aus Plagioklasen, Nephelin, Hauyn, Nosean, Leucit hervorgehenden Zeolithe in einander sind höchst zahlreich und die Pseudomorphosen der thonerdehaltigen Zeolithe in Orthoklas und Albit bemerkenswerth.

4. Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen.

Ihrem chemischen Verhalten nach treten als umhüllende und ausfüllende Mineralien fast ausschliesslich auf die Karbonate und die aus ihnen hervorgehenden Oxyde, Kieselsäure, Sulfate und die aus ihnen durch Reduktion hervorgehenden Sulfuride, Flussspath und die löslichen Silikate. Es ist nach den Beschreibungen nicht zu entscheiden, ob nicht als Ausfüllungspseudomorphosen manche Absätze in Hohlräumen angeführt werden, welche die Form des fortgeführten Minerals bewahrt haben; dahin gehören die Pseudomorphosen in Bol, Pinguit, Steinmark, Nakrit u. s. w.

Infiltrationspseudomorphosen nach Steinsalz sind im Salzgebirge eine gewöhnliche Erscheinung.

Kapitel V.

Einfache Verwitterung der durch Einwirkung von Wasser, Kohlensäure, Sauerstoff ohne Rest löslichen Mineralien.

Da in Wasser, resp. kohlensaurem Wasser die Karbonate, Sulfate, Chloride, Fluoride, Apatit, Quarz und Kieselsäure, ferner die nach Oxydation der Sulfuride der schweren Metalle entstandenen Sulfate, (ferner unter Umständen Eisenoxyd, Magneteisen) löslich sind, so kann vollständige Lösung der aus ihnen bestehenden Mineralien erfolgen. Häufig lässt sich der Anfang der Einwirkung durch Furchung, mattes, rauhes, löcheriges Ansehen der Krystallflächen, durch Rundung oder theilweise Fortführung der Krystalle, und ähnlich bei dichter Ausbildung wahrnehmen. Aus Gemengen von leichter und schwerer löslichen hierher gehörigen Mineralien werden vorzugsweise erstere gelöset, während die letzteren zurückbleiben.

Die Erscheinungen der Verwitterung werden dadurch verwickelter, dass die Lösungen von Eisen- und Mangan-Oxydul-Karbonat in kohlensaurem Wasser grosse Neigung zur Oxydation besitzen, wodurch Oxyde und Oxydhydrate mit sehr geringer Verwandtschaft zu Kohlensäure entstehen (Eisenspath S. 81); ferner dadurch, dass Eisenoxydulsulfatlösung begierig Sauerstoff aufnimmt und Eisenoxydsulfate liefert. (S. Schwefelkies.)

Dunklere Färbungen, durch Kohle oder organische Substanz bewirkt, verschwinden durch Oxydation des Färbenden. Wo Bildung von Oxyden und Oxydhydraten des Eisens und Mangans aus den entsprechenden Karbonaten oder Bildung von Eisenoxydsulfaten aus Eisenoxydulsulfatlösung stattfindet, werden entsprechende dunklere Färbungen eintreten, so in den häufigen Ueberzügen mit Oxyden und Oxydhydraten des Eisens und Mangans. Beide Wirkungen werden überall da sichtbar werden, wo den Atmosphärilien leichterer Zugang offen steht, wie an der Oberfläche, auf den Blätterdurchgängen, in Spalten und Rissen, aber in den Fällen fehlen, wo die Karbonate von Eisen und Mangan und das Eisenoxydulsulfat ohne Oxydation in Lösung fortgeführt sind.

Das endliche Resultat wird vollständige Fortführung des Minerals sein. Unter Umständen wird ein Hohlraum entstehen, in dem sich die genannten Oxyde und Oxydhydrate vorfinden können und mit ihnen die fremden schwerlöslichen Beimengungen wie Thon, Quarz, Glimmer u. s. w. Bei Erhaltung der Form können die als schwerlöslich übrig gebliebenen Oxyde des Eisens und Mangans eine Restpseudomorphose liefern.

Alles, was für die Lösungen der in Wasser oder kohlensaurem Wasser vollständig löslichen Mineralien gilt, hat Geltung für die gleichnamigen Lösungen, welche aus anderen Mineralien herrühren.

I. Verwitterung der Karbonate.

Lösen nach dem Vorhergehenden 10 000 Theile kohlensauren Wassers

10 Ca O C O^2; 7,2 Fe O C O^2; 17 Ba O C O^2

13,1 Mg O C O^2; 4—5 Mn O C O^2; 12 Sr O C O^2

3,1 Normal-Dolomit; 0,75 Normal-Mesitin u. s. w.,

so ergibt sich daraus die Ungleichheit der Verwitterung bei den einzelnen aus diesen Karbonaten bestehenden Mineralien, namentlich bei den Gemengen, die Möglichkeit der vollständigen Fortführung in Lösung, und aus der Oxydation der Eisen- und Mangan-Oxydulkarbonate eine Reihe verwickelter Erscheinungen.

Kalkspath und Kalkstein.

Durch die Verwitterung werden nicht selten die Zwillingseinschiebsel der Kalkspäthe deutlich, nach vom Rath werden im Maderaner Kalkspath und im isländischen Doppelspath hauptsächlich die Zwillingslamellen zerstört.[1]) Nach Peters[2]) leistet unter allen Kalkspathformen das Skalenoeder S^3 der Anätzung und Zerstörung den geringsten Widerstand. Corrodirte Kalkspäthe sind häufig. Enthält der Kalk Eisen- oder Mangankarbonat, so bekommt er durch Oxydation derselben zu Oxyden und Oxydhydraten gelbe, braunrothe, schwarze Ueberzüge; dieselben Färbungen finden sich auf den Blätterdurchgängen, Klüften und Spalten (Florentiner Ruinenmarmor = Mergelnieren).

An den Kalksteinen (auch am Mörtel der Gebäude) treten nicht selten concentrische undulirte oder wurmförmige Linien in Folge der Verwitterung hervor (desaggrégation vermiculaire, E. Robert[3]).

Ist der Kalkstein sehr unrein, enthält er Quarz, Silikate, Thon, Eisenoxyde beigemengt, so bleiben diese bei der Verwitterung zurück, locker oder zusammenhängend. Bildete der Kalk das Bindemittel von Trümmergesteinen (Breccien oder Conglomeraten), so bleiben diese bei der Verwitterung übrig, wenn sie schwieriger verwittern als das Bindemittel. Verkittet, wie im Niesensandstein, eine schwer verwitternde kleinkörnige Breccie von Quarz- und Kalkkörnern grosse Kalkblöcke, so ragt das Bindemittel in dicken Wülsten zuweilen fusshoch über die abgewaschenen Kalkblöcke hervor, und im Cement selbst stehen die Quarztheile über die Kalktheile heraus.[4])

Pfaff[5]) bestimmte durch den Versuch, wieviel von einer Kalkplatte durch Wirkung des Regenwassers aufgelöset wird. Eine Platte des Solenhofer lithographischen Schiefers[6]) von 2520 Quadratmillimeter Oberfläche verlor in 2 Jahren 0,180 g an Gewicht; die vorher ganz glatte Fläche war ganz matt geworden. Nimmt man das specifische Gewicht = 2.6, so würde die jährliche Abtragung $^1/_{72,8}$ Mm. betragen oder ein Kalkfelsen würde in 72 000 Jahren um

[1]) Zs. geol. Ges. 14. 420. 1862. — [2]) Jahrb. Miner. 1861. 447. — [3]) Bull. géol. (2) 2. 123. 1845. — [4]) Studer. Physik. Geographie 1. 341. 1844. — [5]) Zs. geol. Ges. 24. 405. 1872. — [6]) Leube (J. Min. 1840. 372) fand im lithographischen Stein von Solenhofen (sp. G. 2,640) 95,35 pCt. Ca O C O^2, 1,78 Mg O C O^2, 0,17 Fe O C O^2, 2,70 Thon.

1 Meter erniedrigt werden. Nach 3 Jahren betrug der Gewichtsverlust im Ganzen $0{,}_{548}$ g, die Platte war ganz matt und erdig geworden, stellenweise hatten sich feine Risse und beginnende Abblätterung eingestellt.[1])

Verwitterung von Dolomit und dolomitischem Kalk.

Dolomit zeigt ähnliche Anätzungen wie Kalkspath (so in Leogang nach Peters, 1861), und dieselben Färbungen und Ueberzüge wie Kalkkarbonat durch Oxydation des Eisens und Mangans aus den begleitenden Karbonaten. Aus dem Gemenge von Kalk und Dolomit, dem dolomitischen Kalk,[2]) wird bei der Verwitterung zunächst der leichter lösliche Kalk entfernt, das Gestein erhält Hohlräume, wird zellig, endlich lockert sich der Zusammenhalt, das Gestein zerfällt. Der Dolomit bleibt in körniger Gestalt übrig, an der man oft noch das Rhomboëder erkennt, als Dolomitsand, „Asche“. Auch dieser Rest unterliegt endlich der Lösung, da Dolomit, wenn auch schwer, in kohlensaurem Wasser löslich ist. Der ausgelaugte Kalk wird bald im Gestein selbst abgesetzt (als Kalkspath in Klüften, Höhlungen, kleinen Drusen, oder als Kalkspath- und Aragonitsinter und Tropfstein),[3]) bald am Fuss der Berge in den Thälern als Kalktuff mit geringem Magnesiagehalt. Die dolomitischen Kalke des fränkischen Jura haben bei St. Moritz einen jungen Süsswasserkalk geliefert, welcher mit lebenden Arten übereinstimmende Schnecken enthält. Er besteht nach Pfaff aus $96{,}_{60}$ pCt. Kalkkarbonat, $2{,}_{44}$ pCt. Magnesiakarbonat und $0{,}_{91}$ pCt. Thon.[4]) Enthält der dolomitische Kalk Schwer- und Unlösliches, wie Kieselsäure, Thon u. s. w., so reichert sich dieses im verwitterten Gestein an und bleibt endlich allein übrig. Wie immer liefert Eisenoxydulkarbonat bei der Verwitterung Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd, Mangankarbonat Manganoxyde.

Versuche mit kohlensaurem Wasser ergeben für dolomitischen Kalk dasselbe Resultat: zunächst wird nur das Kalkkarbonat gelöset. Nach G. Bischof[5]) war nach 24 Stunden aus Rauhkalkstein von Stadtbergen (mit $11{,}_{54}$ pCt. $Mg\,O\,C\,O^2$) nur Kalkkarbonat und eine schwache Spur Magnesiakarbonat ausgezogen. Dasselbe Resultat fand Scheerer[6]) bei einem über 9 pCt. Magnesiakarbonat enthaltenden Gestein. Aus einem röthlich-grauen dolomitischen Kalkstein der Marmolata (mit $13{,}_{94}$ pCt. $Mg\,O\,C\,O^2$, $0{,}_{64}$ pCt. $\ddot{\text{F}}\text{e}$, $0{,}_{08}$ pCt. Unlöslichem) hatte nach Dölter und Hörnes[7]) kohlensaures Wasser nach 48 Stunden neben Kalkkarbonat nur eine starke Spur Magnesia gelöset.

Nach Schrenk[8]) besteht der graue, dichte, mergelige Dolomit von Rootsiküll, Westküste von Oesel, procentisch aus

$Ca\,O\,C\,O^2$	$Mg\,O\,C\,O^2$	$Fe\,O\,C\,O^2$	$\ddot{\text{F}}\text{e}$	Unlöslichem in Säure	
$44{,}_{09}$	$30{,}_{74}$	$2{,}_{36}$	$1{,}_{13}$	$20{,}_{58}$	$= 98{,}_{90}$

[1]) Pfaff. Allg. Geol. Leipzig 1873. 317. Auf derselben Seite wird der Gewichtsverlust im dritten Jahre zu $0{,}_{263}$ g angegeben. — [2]) „Halbdolomit“. Schafhäutl. Jahrb. Miner. 1864. 813. — [3]) So nach v. Voith bei Wolfstein, Oberpfalz. Jahrb. Miner. 1836. 569 und sonst häufig angeführt. — [4]) Pogg. Ann. 82. 488. 1851. — [5]) Chem. Geol. ed. I. 2. 1176. — [6]) Jahrb. Miner. 1866. 11. — [7]) Jahrb. geol. Reichsanst. 25. 328. 1875. — [8]) Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Ehst- u. Kurlands. I. Ser. Bd. 1. 16. 1854—1857. Aus $2{,}_{76}$ pCt $\dddot{\text{F}}\text{e}$ ist $Fe\,O\,C\,O^2$ und $\ddot{\text{F}}\text{e}$ berechnet nach einem analogen Gestein.

oder alles Eisenoxyd als $Fe O C O^2$ berechnet nach Abzug des Unlöslichen im Hundert aus

$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$Fe O C O^2$
55,93	39,00	5,07

d. h. $Fe O C O^2$ auf das Aequivalent $Mg O C O^2$ berechnet aus 11 $Ca O C O^2$ + 10 $Mg O C O^2$ und enthält auf 100 Th. $Ca O C O^2$ 76,30 Th. $Mg O C O^2$. Lässt man $Fe O C O^2$ aus dem Betracht, so ist in Procenten vorhanden: 58,92 $Ca O C O^2$ + 41,08 $Mg O C O^2$. An kaltes und heisses Wasser geben nach A. Goebel[1]) 1000 g ab: 4,1489 g, darunter vorzugsweise schwefelsauren Kalk 2,8750 g. Dieser sowie die Sulfate von Magnesia und Eisenoxydul sind in das Gestein aus den oberen Schichten infiltrirt und stammen von der Verwitterung des im Gestein vorhandenen Schwefelkieses.

Das mit Wasser ausgezogene Gestein enthält

$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$\ddot{Fe}$	unlöslichen Rückstand	
43,584	29,621	1,835	26,831	= 99,871

oder pCt. ohne Rücksicht auf Eisenoxyd und Unlösliches $Ca O C O^2$ 59,54 pCt. + $Mg O C O^2$ 40,46 pCt. Als es nun 3 Wochen lang mit kohlensaurem Wasser behandelt wurde, gab es neben $Ca O C O^2$ und $Mg O C O^2$ noch etwas $Fe O C O^2$ und $Ca O S O^3$ ab; in der Lösung fanden sich auf 60,09 pCt $Ca O C O^2$ 39,91 pCt. $Mg O C O^2$, also ebenso viel als im Gestein, das als solches gelöset war.

Vielleicht lässt sich das Gestein betrachten als 8 Mol. Normal-Dolomit + 1 Mol. Dolomit aus 3 $Ca O C O^2$ + 2 $Mg O C O^2$ bestehend, welche Mischung 11 $Ca O C O^2$ + 10 $Mg O C O^2$ 56,70 pCt. $Ca O C O^2$ + 43,30 pCt. $Mg O C O^2$ entspricht = 100 Th. $Ca O C O^2$ + 76,36 $Mg O C O^2$.

Die oberste Schicht des weissen fränkischen Jura wird von Dolomit gebildet. Er enthält nach Gorup-Besanez:[2])

$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$Fe O C O^2$	Kieselerde (und Thon)	
55,053	40,992	1,651	1,030	= 98,726
100 :	74,46 :	3,0 :	1,87	

Berechnet man $Fe O C O^2$ auf das Aequivalent $Mg O C O^2$ (= 1,196), so hat man fast genau 11 $C O C O^2$ + 10 $Mg O C O^2$, nämlich 100 Th. $Ca O C O^2$ + 76,63 Th. $Mg O C O^2$. Als kohlensaures Wasser auf das Gestein eingewirkt hatte, enthielt der Rückstand, fast genau der Zusammensetzung des Gesteins entsprechend,

$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$Fe O C O^2$	Kieselerde	
55,410	41,428	0,892	0,841	= 98,571
100 :	74,77 :	1,61 :	1,52	

Als ausgewaschenes Dolomitpulver der Einwirkung von kohlensaurem Wasser ausgesetzt war 5 Tage I, 8 Tage II, 21 Tage III, enthielten Lösung und Rückstand im Liter:

Lösung	I	II	III
$Ca O C O^2$	0,1200 = 100 Th.	0,1334 = 100 Th.	0,2314 = 100 Th.
$Mg O C O^2$	0,0982 = 81,83	0,1054 = 79,01	0,1710 = 73,60

[1]) ib. 274 u. 278. — [2]) Ann. Chem. Pharm. Suppl. 8. 233. 1871.

Rückstand	I		II		III	
$CaOCO^2$	56,74 pCt.	= 100 Th.	55,85 pCt.	= 100 Th.	57,54 pCt.	= 100 Th.
$MgOCO^2$	43,26	= 76,24	44,15	= 79,05	42,46	= 73,80

Lösung und Rückstand zeigen in II und III dasselbe Verhältniss von Kalk- und Magnesiakarbonat, das Gestein wurde als solches gelöset. Es entspricht II 16 $CaOCO^2$ + 15 $MgOCO^2$, III 8 $CaOCO^2$ + 7 $MgOCO^2$. Ueber das Verhalten von $FeOCO^2$ und SiO^2 in Lösung und Rückstand ist nichts angegeben. Der Rückstand I entspricht 11 $CaOCO^2$ + 10 $MgOCO^2$, die an Magnesiakarbonat relativ reichere Lösung I 40 $CaCO^2$ + 39 $MgOCO^2$, oder Normal-Dolomit. Es kommen dort also verschiedene Dolomite vor, welche sich vielleicht ebenfalls als Mengungen von Normaldolomit mit einem aus 3 $CaOCO^2$ + 2 $MgOCO^2$ bestehenden Dolomit deuten lassen. Dass der Rückstand I nicht zu den Versuchen II und III verwendet wurde, ergibt sich von selbst.

Nach Karsten[1]) lässt sich aus dolomitischen Kalken mit verdünnter Essigsäure bei niederer Temperatur der Kalk ausziehen, so dass der Dolomit übrig bleibt, dabei geht jedoch in der Regel ein kleiner Theil des Dolomites in die Lösung ein. T. Sterry Hunt[2]) fand nach 6stündiger Einwirkung von verdünnter Essigsäure (mit einem Gehalt an Eisessig von 15 pCt.) bei 0° vom Dolomit 8,63 pCt. gelöset. Aus thonigen, theils dichten, theils rogensteinähnlichen Gesteinen, welche die Klüfte des Gypses in Lüneburg, Segeberg und Lübtheen erfüllen, gelang es Karsten mit Essigsäure, selbst mit verdünnter Salzsäure alles Kalkkarbonat auszuziehen, so dass reines Magnesiakarbonat zurückblieb. Er betrachtete diese Gesteine daher als aus Mengungen beider Karbonate bestehend und nicht als dolomitische Kalke.

Forchhammer[3]) fand bei Behandlung dolomitischen Kalkes mit Essigsäure in der Lösung 97,13 pCt. $CaOCO^2$ und 2,87 pCt. $MgOCO^2$, im Rückstand 58,38 pCt. $CaOCO^2$ und 41,42 pCt. $MgOCO^2$ = Dolomit = 7 $CaOCO^2$ + 6 $MgOCO^2$. Roth[4]) trennte dolomitischen Kalk (Rio della Quaglia des Monte Somma) = 9 $CaOCO^5$ + 8 $MgOCO^2$, mit verdünnter Essigsäure in Gelösetes 5 $CaOCO^2$ + 4 $MgOCO^2$, Dolomit (oder dolomitischen Kalk?), und Ungelöstes = 4 $CaOCO^2$ + 4 $MgOCO^2$ = Normaldolomit. Bituminöses Kluftgestein aus dem Gyps des Schildsteins bei Lüneburg gab an Essigsäure ab 45,68 pCt. $CaOCO^2$ und 1,62 pCt. $MgOCO^2$, der Rückstand enthielt 13,05 pCt. $CaOCO^2$ und 7,06 pCt. $MgOCO^2$ = Dolomit 3 $CaOCO^2$ + 2 $MgOCO^2$. Berechnet man darnach das Ganze, so besteht es aus 43,23 pCt. $CaOCO^2$ und 24,18 pCt. Dolomit von der angegebenen Zusammensetzung; der Rest besteht aus dem in Essigsäure Unlöslichen: Thon, Eisenoxyd und Thonerde. Die Essigsäure löste den ganzen Kalkgehalt 43,23 pCt. und etwas Dolomit. Ob das Gestein identisch ist mit dem von Karsten untersuchten? Oder ob beide Gesteine neben einander vorkommen? Ein ähnliches Gestein aus dem Gyps von Segeberg liess in verdünnter Essigsäure fast reines Magnesiakarbonat (44,44 pCt.

[1]) Karsten u. von Dechen. Archiv. f. Miner. Bd. 22. 589—609. 1848. — [2]) Sill. Amer. J. (2). 28. 181. 1859. — [3]) J. pr. Chem. 49. 55. 1850. — [4]) Zs. geol. Ges. 4. 565. 1852.

neben 0,61 pCt. $CaOCO^2$) ungelöset, aber neben 36,36 pCt. $CaOCO^2$ hatten sich 5,21 pCt. $MgOCO^2$ gelöset. Nach diesen Differenzen erscheint eine Wiederholung der Versuche wünschenswerth, welche auch das Vorhandensein und Verhalten von $FeOCO^2$ constatiren müssten.

Als Dölter und Hörnes[1]) auf den oben (s. S. 71) erwähnten dolomitischen Kalk von der Marmolata verdünnte Essigsäure 48 Stunden einwirken liessen, hatten sich von 2,355 Gestein, nach der Analyse bestehend aus

$CaOCO^2$ 1,9975 und 0,3283 $MgOCO^2$,

gelöset $CaOCO^2$ 1,6980 und 0,1566 $MgOCO^2$. Es waren also ungelöset geblieben $CaOCO^2$ 0,2995 und 0,1717 $MgOCO^2$. Diese letztere Menge entspricht 0,4712 Dolomit von der Zusammensetzung $3\,CaOCO^2 + 2\,MgOCO^2$. Berechnet man das Gestein nach seinem Magnesiagehalt auf einen solchen Dolomit und auf Kalkkarbonat, so enthalten 2,3258 dolomitischer Kalk (= 39,32 pCt. Dolomit und 60,68 pCt. Kalk) an $CaOCO^2$ 1,4113 und an Dolomit 0,9145; blieben 0,4712 Dolomit ungelöset, so lösten sich ausser dem Kalkkarbonat 0,4433 Dolomit = $CaOCO^2$ 0,2842 und 0,1591 $MgOCO^2$. Die Lösung sollte also enthalten an $CaOCO^2$ 1,4113 + 0,2842 = $CaOCO^2$ 1,6955 und $MgOCO^2$ 0,1591;
und enthielt $CaOCO^2$ 1,6980 und $MgOCO^2$ 0,1566.
Darnach löste sich der ganze Kalkgehalt und etwa die Hälfte des Dolomites.

Abweichende Resultate erhielt Pfaff,[2]) als er Dolomit von einem Fels oberhalb Muggendorf bei 8° mit Essigsäure behandelte. Das Gestein I, die Lösung a, der Rückstand b enthielten:

	I	a	b
$CaOCO^2$	60,33	49,48	10,85
$MgOCO^2$	38,27	22,08	16,19
Unlösliches	1,40	—	1,40
	100,00	71,56 pCt.	28,44 pCt.

I etwa $4\,CaOCO^2 + 3\,MgOCO^2$, a $2\,CaOCO^2 + 1\,MgOCO^2$, b $4\,CaOCO^2 + 7\,MgOCO^2$. Werden aus 5 Dolomit I = $20\,CaOCO^2 + 15\,MgOCO^2$
gelöset a = 16 „ + 8 „
so bleiben b = 4 „ + 7 „

In dolomitischem Kalkstein des Zechstein von Collis bei Gera fand Liebe I, im rhomboëdrischen Rückstand nach Behandlung mit kalter verdünnter Salzsäure a, in dolomitischem Kalk vom Geiersberg II, im Rückstand b.[3])

	$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	$FeOCO^2$	Unlöslich	
I	81,03	14,45	1,33	2,32	= 99,13
a	67,25	21,25	3,63	6,36	= 98,49
II	73,73	23,34	1,68	0,34	= 99,09
b	70,52	26,61	1,40	0,90	= 99,43

[1]) Jahrb. geol. Reichsanstalt 1875. 319 u. ff. Sie schliessen auf ein Gemenge von Kalk- u. Magnesiakarbonat, aber nicht auf dolomitischen Kalk. cf. Roth, Tschermak mineral. Mitth. 1876. 69. — [2]) Pogg. Ann. 82. 488. 1851. Vergl. auch Hoppe-Seyler. Zs. geol. Ges. 27. 499. 1875. — [3]) Zs. geol. Ges. 7. 433. 1855.

Berechnet man I und II und die Rhomboëder a und b, so dass man das Eisenkarbonat dem Magnesiakarbonat zurechnet, so enthält in Gewichtstheilen

I	100 $CaOCO^2$	+ 19 $MgOCO^2$	=	40 $CaOCO^2$	+ 9 $MgOCO^2$
a	100 „	+ 34 „	=	40 „	+ 16 „
II	100 „	+ 33,5 „	=	40 „	+ 16 „
b	100 „	+ 39,3 „	=	40 „	+ 18²/3 „

Wenn auch Zunahme der Magnesia im Rückstand bemerkbar ist, so haben die Rückstände doch nicht die Zusammensetzung von Dolomiten.

Geschiebe aus dolomitischem Kalk, welche von innen aus hohl werden, ergeben in der noch nicht angegriffenen festen Hülle einen grösseren Kalkgehalt als in dem Dolomitsand, der in der Höhlung zurückbleibt.

Es enthält von solchen Hohlgeschieben in Procenten:

	die feste Hülle		das Pulver aus dem Innern	
	I	II	I a	II a
$CaOCO^2$	87,96	80,00	62,52	54,9
$MgOCO^2$	12,00	20,00	36,75	45,1

I Aus Leithakalkconglomerat, K. v. Hauer, Wiener Akad. Ber. 21. 489. 1856.

I a = 3 $CaOCO^2$ + 2 $MgOCO^2$.

II Aus alpinem Conglomerat, Gümbel, Zs. geol. Ges. 18. 302. 1866.

II a = $CaOCO^2$ + $MgOCO^2$, Normaldolomit; ohne thonigen Rückstand, Bitumen und Organisches.

Geschiebe von dolomitischem Kalk, aber nicht die Rollstücke aus reinem Kalk, finden sich im alpinem Geröll in leicht zerdrückbaren Dolomitsand verwandelt, so dass sie beim Anfassen in Staub zerfallen. Bei den durch Kalksinter verwitterten Geröllmassen wird dieser Staub durch den Regen ausgewaschen, daher die vielen Hohlräume, und nach Regen ein Aussehen wie übertüncht (Gümbel l. c.).

Dass auch Dolomitgeschiebe (aus $CaOCO^2$ + $MgOCO^2$ bestehend) hohl werden, wies Lossen nach in Zs. geol. Ges. 19. 242. 1867.

Die so oft zuversichtlich aus Bischof[1]) wiederholte Angabe, dass aus einem Gemenge von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia Wasser 28 Mal so viel kohlensaure Magnesia als kohlensauren Kalk auflöset, ist nichts weniger als genau und bewiesen. Bischof erhielt diese Zahlen, als er Wasser auf den Abdampfrückstand des Tönnissteiner Heilbrunnens einwirken liess. Nach seiner Angabe[2]) enthält das Wasser in 10000 Th. neben 10,937 $MgOCO^2$ und 3,7448 $CaOCO^2$ noch 17,4956 Natronkarbonat, 3,0568 Natronsulfat und 16,6951 Chlornatrium. Dass die Gegenwart dieser Salze die Löslichkeit des Magnesiakarbonats erhöht, ist bekannt, und dass sie gelöset waren neben den Karbonaten, sagt Bischof ausdrücklich. „Das Wasser hatte ausser den leichtlöslichen Salzen aufgenommen 0,675 $CaOCO^2$ und 19,151 $MgOCO^2$.“[3]) —

[1]) Chem. Geol. ed. II. Bd. 1. 214 u. 3. 75. u. ed. I. Bd. I. 875. — [2]) ib. ed. I. Bd. 1. 357. — [3]) Chem. Geol. ed. II. Bd. 1. 214.

„Dass von der kohlensauren Magnesia 28 Mal so viel wie von der kohlensauren Kalkerde aufgelöset wurde, zeigt, dass die kohlensaure Magnesia in reinem Wasser bei weitem löslicher ist als die kohlensaure Kalkerde.“[1]) Als Controllversuch giesst Bischof[2]) Wasser, welches leicht bedeckt mehrere Wochen im Laboratorium gestanden hatte (also gewiss nicht frei von Kohlensäure war) auf ein Gemenge von Magnesia alba, kohlensaurem Kalk, Eisenoxyd- und Kieselsäurehydrat, und findet in der Lösung 27 Mal mehr „Magnesia alba“ (erst in Edit. II. steht kohlensaure Magnesia!) als Kalkkarbonat, nämlich $2{,}_{4464}$ Magnesia alba und $0{,}_{0908}$ $CaOCO^2$ in 10 000 Th. Wasser. Bekanntlich wechselt die Zusammensetzung von Magnesia alba je nach der Temperatur der Fällung, nach der Verdünnung der Lösungen und nach dem Ueberschuss des Fällungsmittels und des gefällten Magnesiasalzes. Sie verhält sich, da sie immer wasserhaltig ist, anders als neutrales wasserfreies Magnesiakarbonat. Lösen sich, wie viele Autoren angeben, in 10 000 Th. Wasser 40 Th. Magnesia alba, so ist sie etwa 30 Mal löslicher als Kalkkarbonat.

Ebenso wenig ist die Angabe Bischof's[3]) haltbar, dass ein Gemisch gleicher Theile gesättigter Lösungen beim Abdampfen 326 $MgOCO^2$ gegen 164 $CaOCO^2$ gegeben habe, da er selbst angiebt,[4]) dass 10 000 Th. kohlensauren Wassers $10{,}_{13}$ $CaOCO^2$ gegen $13{,}_5$ $MgOCO^2$ löse. Noch weniger Geltung dürfen die folgenden Abdampfungsversuche[5]) beanspruchen. Dieselbe Menge Brunnenwasser (80 Unzen) liefert bei dem

ersten Versuch $8{,}_{58}$ Gran $CaOCO^2$ und $1{,}_{95}$ Gran $MgOCO^2$, bei dem
zweiten Versuch $8{,}_{93}$ „ „ und $3{,}_{91}$ „ „ , d. h. noch ein Mal so viel $MgOCO^2$ als im ersten Versuch!

Neminar[6]) untersuchte die Verwitterung der dolomitischen Kalke im Randgebirge des Wiener Beckens. Er fand im dichten Kalkstein a und in der Asche b, der lockeren thonigen Masse, welche in den zellig gewordenen Kalken liegt, von

		Kalksburg			Kaltenleutgeben	
a.	Kalk	$83{,}_{65}$	= 100	a.	$89{,}_{91}$	= 100
	Dolomit	$7{,}_{85}$	= $9{,}_4$		$8{,}_{74}$	= $9{,}_7$
	Unlösliches	$9{,}_{83}$			$2{,}_{53}$	
		$101{,}_{83}$			$100{,}_{18}$	
b.	Kalk	$27{,}_{41}$	= 100	b.	$50{,}_{63}$	= 100
	Dolomit	$5{,}_{74}$	= 21		$12{,}_{77}$	= 25.
	Unlösliches	$67{,}_{58}$			$37{,}_{73}$	
		$100{,}_{73}$			$101{,}_{13}$	

Der Dolomit ($CaOCO^2 + MgOCO^2$) ist aus dem Gehalt an Magnesiakarbonat berechnet. Das Unlösliche bestand aus SiO^2, $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$; von beiden letz-

[1]) ib. ed. I. Bd. 1. 875. u. ed. II. Bd. 1. 214. — [2]) Chem. Geol. ed. I. Bd. 1. 875. u. ed. II. Bd. 3. 75. — [3]) ib. ed. I. 2. 1122. — [4]) ib. ed. I. 1. 387. — [5]) ib. ed. I. 2. 1123. — [6]) Tschermak. Mineralog. Mittheil. 1875. 251 u. ff.

teren Substanzen löste sich ein Theil in kochender concentrirter Salzsäure, da das Eisenoxyd zum Theil als Hydrat vorhanden war. Nimmt man an, dass die Menge des Unlöslichen gleich geblieben sei, so müssen aus dem Kalksburger Kalk =

Kalk	82,57	entfernt sein	78,636	Kalk
Dolomit	7,75		6,924	Dolomit
Unlösliches	9,70		85,560	pCt.
	100,02			

so dass übrig blieben 9,70 pCt. Unlösliches, 3,934 pCt. Kalk und 0,826 pCt. Dolomit = 14,46 pCt., um Asche von der obigen Zusammensetzung zu liefern, d. h. es sind entfernt worden 11,35 Kalkspath gegen 1 Dolomit. Sehr ähnliche Zahlen (entfernt 10,95 $CaOCO^2$ gegen 1 Dolomit) liefert die Rechnung für den dolomitischen Kalk von Kaltenleutgeben. Die Zellwände, Absätze des Gelösten in den Rissen und Spalten des Gesteins, bestanden in Kalksburg aus Kalkspath, der die Vereinigungslamelle des von entgegengesetzten Seiten ausgehenden krystallinischen Absatzes wahrnehmen liess, in Kaltenleutgeben aus Dolomit, da sie sich nicht in verdünnter Salzsäure lösten.

Ein zweiter, mehr dolomitischer Kalk von Kalksburg ergab: a. dichter Kalkstein. b. Zellwände, c. Asche.

	a.		b.		c.
Kalk	71,04	= 100	60,85	= 100	2,80
Dolomit	28,74	= 40	39,43	= 65	96,40
Unlösliches	0,66		1,16		2,83
	100,44		101,44		102,03

Die sehr dünnen Zellwände sind angereicherter dolomitischer Kalk, die vollkommen pulverförmige Asche ist Dolomit. Die Zellwände bilden ein ganz unregelmässiges Zellgewebe. Dichte, gelbe, zellige, dolomitische Kalke aus Kalk-Breccien der Atlitzgräben bei Schottwien zeigten 51,50 pCt. Kalk neben 43,45 pCt. Dolomit und 4,94 pCt. Unlöslichem, während die weisse pulverige Masse des Innern 4,31 pCt. Kalk neben 92,64 pCt. Dolomit und 2,98 pCt. Unlöslichem enthielt.

Aehnlich verhalten sich die grobsandigen Liaskalksteine von Ellwangen, Württemberg, nach den Untersuchungen von E. Wolff und R. Wagener.[1]) Bei der Verwitterung wird das kohlensaure Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat umgewandelt, die Menge des Schwer- und Unlöslichen (Kieselsäure und Thon) nimmt zu, die Karbonate nehmen ab.

1. Unverwitterter, aber stark zerklüfteter Kalkstein.
2. Plattige Bröckchen, braungelb, dem Kalkstein lose aufliegend, oder im Untergrunde des Kulturbodens verbreitet.
3. Braunrother, fast humusfreier Untergrund des Kulturbodens.

[1]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1871. 1213. aus Württemb. naturw. Jahresheft. 27. 66.

	1.	2.	3.
Kieselsäure unlöslich	15,09	40,18	54,53
Kieselsäure löslich	1,04	1,66	11,24
Eisenoxyd	0,09	8,70	9,39
Kohlensaures Eisenoxydul	2,85	—	—
Kohlensaurer Kalk	77,16	43,10	6,28
Kohlensaure Magnesia	1,04	0,72	0,37
Wasser, Glühverl., Phosphate, Sulfate, Thonerde	2,78	6,41	19,00
	100,05	100,77	100,76

Schrenk und Göbel[1]) fanden bei den obersilurischen dolomitischen Kalken Livlands die oberen Schichten gelb, die unteren grau. Derselbe Block enthielt an der gelben Aussenseite weniger Kalkkarbonat als im grauen Innern. Zugleich nimmt mit der Verwitterung, die wesentlich in Fortführung von Kalkkarbonat und Oxydation des im Gestein enthaltenen Schwefelkieses besteht, die Menge des in Säure Unlöslichen zu.

1. Grauer dolomitischer Kalk von Linden, Inneres des Blockes. Schrenk.
1 a. Gelblicher „ „ „ „ Aeusseres „ „
2. Grauer „ „ „ Tuttomäggi. 12,81 pCt. Unlöslich in 100 Th. Gestein. Göbel. Auf Kalk- und Magnesiakarbonat berechnet.
2 a. Gelblicher „ „ „ „ 15,58 pCt. Unlöslich in 100 Th. Gestein. Göbel.
3. Grauer „ „ „ Ohlo. 13,48 pCt. Unlöslich in 100 Th. Gestein. Göbel.
3 a. Gelblicher „ „ „ „ 18,98 pCt. Unlöslich in 100 Th. Gestein. Göbel.

	$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	$\ddot{F}e$	Unlöslich	Org. Subst.	
1.	78,40	12,29	0,61	7,58	0,34	= 99,22
1 a.	74,90	12,88	0,98	9,78	0,31	= 98,85
2.	55,12	44,48	—	—	—	= 99,60
2 a.	53,44	46,56	—	—	—	= 100
3.	60,58	39,42	—	—	—	= 100
3 a.	56,85	43,17	—	—	—	= 100,02

Auf 100 Th. $CaOCO^2$ kommen an $MgOCO^2$ in 1: 15,68; 1a: 17,20;
2: 80,70; 2a: 89,02;
3: 65,07; 3a: 75,94.

Die mehr oder minder dolomitischen Stringocephalenkalke und die dazu gehörigen Dolomite (Mittleres Devon) der Lahngegend[2]) sind durch vielfache Klüfte und Spalten, welche der Verwitterung den Weg erleichtern, in unregelmässige Blöcke zertheilt. Alle diese Gesteine enthalten einen wechselnden,

[1]) Archiv f. Naturk. Livlands etc. I. Ser. Bd. 1. 16. 270 u. 283. — [2]) Analysen derselben unter Fresenius angestellt. s. Liebig u. Kopp. Jahresber. Chem. für 1851. 872. aus J. pr. Chem. 54. 85. u. Bischof. Chem. Geol. 3. 59.

bisweilen ziemlich hochsteigenden Thongehalt. Der im geglühten Zustande von Hahn[1]) analysirte Thon enthält 1,11 pCt. $BaOSO^3$ und 3,66 pCt. $CaOSO^3$. Stammt auch nicht die ganze Menge des die Kalke und Dolomite bedeckenden Thons aus diesen her, so ist doch ein Theil des Thons der unlösliche Rückstand aus den in Lösung fortgeführten Karbonaten; Thon liegt daher den Kalken und Dolomiten zunächst auf.

Aus den dolomitischen Kalken, welche ausser dem überwiegenden $CaOCO^2$ neben $MgOCO^2$ noch untergeordnet $FeOCO^2$ und $MnOCO^2$ führen, wird zunächst der Kalkgehalt ausgelaugt und zum Theil als Kalkspath oder Kalksinter in den Klüften wiederabgesetzt. Das Uebrigbleibende, ein poröses, von kleinen Höhlen und Drusenräumen durchzogenes, aus kleinen Dolomit- und Braunspathrhomboëdern bestehendes Gestein wird durch weiteren Angriff des Wassers ebenfalls in Lösung übergeführt und zeigt daher in den Drusenräumen Krystalle von Kalkspath, Bitterspath, Braunspath, Pyrolusit. Es hinterlässt bei der weiteren Verwitterung einen mit jenen kleinen Rhomboëdern und mit Eisenoxydhydrat und Manganoxyden gemengten Thon, endlich einen rothen, vorzugsweise eisenschüssigen oder einen schwarzen, vorzugsweise manganhaltigen Thon,[2]) aus dem schliesslich auch diese Oxyde in Lösung fortgeführt werden, so dass ein weisser Thon übrig bleibt.

In dem Dolomit lagert sich ein Theil der gelösten und in Lösung oxydirten Mangankarbonate als Pyrolusit, Manganit oder als Gemenge aus beiden, als Psilomelan oder Wad ab, das Eisenkarbonat findet sich zum Theil als Brauneisen, und daher kommen auch Kalkspath, Dolomit, Braunspath, Manganit in Pyrolusit pseudomorphosirt vor. Die Eisen- und Manganoxyde häufen sich in den tieferen Schichten an, bald getrennt, bald mit einander gemengt und in einander verlaufend; meist liegt der Braunstein unter dem Brauneisen. Einzelne in Thon liegende Kalkblöcke sind von Thon mit Dolomitrhomboëdern umgeben, aussen in Dolomit umgewandelt, während sie innen noch den ursprünglichen dolomitischen Kalk zeigen.

Bei der Verwitterung der ursprünglichen Dolomite lässt sich nach Hahn noch ein Gehalt von $MnOCO^2$ nachweisen, wenn das Eisen nur noch als Oxyd vorhanden ist.

Hahn[3]) fand	in sehr festem, gelbgrauem Dolomit	in dunkelbraunem, stark zerfressenem Dolomit	in schwarzem, fast ganz zerfallenem Dolomit
	1	2	3
$CaOCO^2$	56,88	50,00	38,77
$MgOCO^2$	40,21	36,98	25,66
$FeOCO^2$	0,79	—	—
$MnOCO^2$	1,89	2,06	Spur
Fe^2O^3	—	2,44	5,58
Mn^2O^3	—	0,81	2,91
MnO^2	—	2,69	10,66
Thon u. Thonerde	0,19	5,42	14,42
	98,96	100,85	98,00

[1]) Zs. geol. Ges. 15. 256. 1863. — [2]) Analysen l. c. 262. — [3]) l. c. 266.

Während nach diesen Analysen $FeOCO^2$ nur $\dddot{F}e$ liefert, giebt $MnOCO^2$ Mn^2O^3 und MnO^2. Obwohl nach den Analysen von Fresenius normale Dolomite im Stringocephalenkalk auftreten, entspricht No. 1 der Formel $17\,CaOCO^2 + 15\,MgO, FeO, MnOCO^2$, enthält also einen Ueberschuss von Kalkkarbonat. Berechnet man No. 2 auf Karbonate, so erhält man nahezu einen normalen manganreichen Dolomit, während No. 3 demselben nicht entspricht. Auf 100 $CaOCO^2$ kommen in 1. 71, in 2. 74, in 3. 66 $MgOCO^2$. Die Anhäufung von Thon und Thonerde bei der Verwitterung springt in die Augen.

Nach C. Schmidt[1]) enthält das G'hel i G'iveh, eine aus der südpersischen Salzsteppe Kirman stammende essbare Erde in Procenten:

$MgOCO^2$	$CaOCO^2$	$NaCl$	Na^2OSO^3	Na^2OCO^2	$MgOH^2O$	$SiO^2, \ddot{A}l, \dddot{F}e$, Wasser	
66.963	23,634	3,542	0,293	0,598	1,311	3,659	= 100

Nach der beinahe vollständigen Löslichkeit in verdünnter Essigsäure liegt ein blosses Gemenge der Karbonate, kein Dolomit vor. Kohlensaures Wasser löste a und liess ungelöst b.

	$MgOCO^2$	$CaOCO^2$	$NaCl, Na^2OCO^2, Na^2OSO^3$	$SiO^2, \ddot{A}l, \dddot{F}e$	
a.	53.79	16,50	4,43	—	= 74.72 pCt.
b.	15.06	7,14	—	1.08	= 23.28 pCt.

Auf 100 Th. $CaOCO^2$ kommen an $MgOCO^2$ in der essbaren Erde 283.3 Th., in a. (nach Abzug von 1,90 $MgOCO^2$ für 1,311 $MgOH^2O$) 314.5 Th., in b. 210,9 Th.

Verwitterung der Ankerite und Mangandolomite.

Die Ankerite ($CaOCO^2 + x\,MgOCO^2 + y\,FeOCO^2 + z\,MnOCO^2$) werden durch die Verwitterung des Eisen- und Mangan-Oxydulkarbonates röthlich, braun, schwarz; sie werden endlich corrodirt, gerieft, porös, so dass sie bei dem geringsten Druck in Pulver zerfallen. Zuletzt bleibt nur Eisenoxydhydrat übrig, das den Raum der früheren Ankerite, oft mit Resten von ihnen, nur theilweise füllt oder als Restpseudomorphose die Form des ursprünglichen Krystalles bewahren kann. Die Karbonate von Kalk und Magnesia sind in Lösung fortgeführt, von denen das erstere sich oft in der Nähe als Kalkspath oder Aragonit wieder findet. Oder das Eisen wird als Brauneisen unmittelbar auf dem Ankerit abgesetzt, und auf dem Brauneisen finden sich Kalkspathkrystalle.

Reibenschuh[2]) fand im Mittel in weissen bis gelblichen Ankeriten vom Erzberg bei Vordernberg, Steiermark — 2.29 pCt. $\dddot{F}e$ als $FeOCO^2$ berechnet — 41,02 $FeOCO^2$; 2,74 $MnOCO^2$; 12,77 $MgOCO^2$; 43.59 $CaOCO^2$ = 100,12 entsprechend der Formel $5\,CaOCO^2 + 4\,FeOCO^2 + 2\,MgO, MnOCO^2$.

Dunkelbraune Ueberzüge der innen unversehrten Rhomboëder enthielten 22,56 pCt. $\dddot{F}e$, 4,23 MgO, 34,22 CaO, berechnet als Karbonate = 32,71 pCt., 8,88 pCt., 61,11 pCt. = 102,70.

[1]) N. Petersb. Acad. Bull. 16. 205. 1871. — [2]) Wien. Akad. Ber. 55. 650. 1867. cf. v. Zepharovich. Verh. geol. Reichsanst. 1867. 332.

Dunkelbraune, beim geringsten Druck in röthlich braunes Pulver zerfallende Rhomboeder enthielten

	69,55 $\ddot{F}e\,O^3$;	1,92 Mg O;	4,64 Ca O;
als Karbonate ber.	100,85	4,03	8,28
procentisch	89,1	3,6	7,3

Brauneisen pseudomorph nach Ankerit findet sich am Rathhausberg bei Gastein; Golrath, Eisenerz, Steiermark;[1] Unverhofft Glück an der Achte bei Schwarzenberg, Sachsen[2] u. s. w.

Die Umwandlung in Brauneisen beobachtete G. Rose in den Chlorit- und Talkschiefern von Beresowsk.[3]

Nach Haushofer[4] gab ein Mangandolomit (Ankerit), welcher a enthielt, an verdünnte Essigsäure ab b und liess übrig c.

	a	b	c
$Ca\,O\,C\,O^2$	86,68	41,315	45,365
$Mn\,O\,C\,O^2$	12,035	3,150	8,885
$Fe\,O\,C\,O^2$	1,285	0,435	0,850
	100,00	44,90 pCt.	55,10 pCt.

a = 15 Ca O C O² + 2 Mn O (Fe O) C O²
b = 40 „ + 3 „
c = 16 „ + 3 „

Ich fand den weissen Mangandolomit vom Rathhausberg durch Oxydation des Mangans stellenweise schwarz gefärbt und das frische Mineral in kalter Salzsäure löslich. Auch der Spartait färbt sich durch Oxydation schwärzlichraun. In einem manganhaltigen Dolomit von Langbanshytta, Wermlandn fand C. Blomstrand grüne, hexaedrisch spaltbare Massen von Manganosit (Mn O), die mitunter in Manganit umgewandelt waren.[5]

Verwitterung von Eisenspath ($Fe\,O\,C\,O^2$) und Manganspath ($Mn\,O\,C\,O^2$).

Bezeichnend für die künstlichen Lösungen von Eisenoxydulkarbonat in kohlensaurem Wasser ist die Neigung zur Oxydation des Gelösten und die daraus folgende Bildung von Eisenoxydhydraten, während die Lösungen von Manganoxydulkarbonat sich zu Oxyden, Oxydhydraten, Superoxyd und Superoxydhydraten oxydiren. Dieselben Erscheinungen wiederholen sich bei Verwitterung von Eisen- und Manganspath: die entsprechenden Oxyde haben keine oder nur sehr geringe Verwandtschaft zu Kohlensäure.

Die Verwitterung von Eisenspath[6] zu Eisenoxydhydraten, zumeist Brauneisen (2 $\dddot{F}e$ + 3 aq.), welches noch Spuren der Struktur des Eisenspathes zeigen kann, ist daher eine gewöhnliche Erscheinung. Ausserdem kommt die Umwandlung in Göthit ($\dddot{F}e$ + aq), in Eisenglanz und Rotheisen ($\dddot{F}e$) vor.

[1] Blum. Pseudom. 189. — [2] Frenzel Miner. Lex. f. Sachsen. 19. — [3] Reise nach dem Ural I. 183. — [4] J. pr. Chem. 115, 149. 1873. — [5] Fittica. Jahresber. Chem. für 1875. 1209. — [6] Nach Massieu kommt in den Gruben von Pontpéan (Ille et Vilaine) ein weisses, amorphes, erdiges, wenig veränderliches, durch Säure in der Kälte kaum zersetzbares Mineral vor, welches nach Malaguti's Analyse der Formel Fe O C O² + aq entspricht. Will. Jahresber. Chem. f. 1864. 861 aus Compt. rend. 59. 238.

Oft ist das Brauneisen mit Göthit ausgekleidet, oder beide wechseln lagenweise oder das Brauneisen ist mit Göthit und Rotheisen gemengt. Die Lagerstätten des Eisenspathes sind oft bis zu grosser Tiefe zu Brauneisen verwittert und erst in grösserer Tiefe findet sich noch Eisenspath.

Ausser Brauneisen kommen noch folgende Eisenoxydhydrate als Mineralien vor: Turgit ($2\,\dddot{F}e + aq.$), dicht, faserig, traubig, stalaktitisch, erdig, Strich roth; Göthit (Nadeleisenerz, Pyrrhosiderit, Lepidokrokit, Sammtblende, $\dddot{F}e + aq$) krystallisirt, dicht, blättrig, faserig, stalaktitisch, Strich gelbbraun; Xanthosiderit ($\dddot{F}e + 2\,aq$) faserig, ockerig; endlich fand Church in den theilweise durchscheinenden rostfarbenen Stalaktiten der Botallakgrube, Cornwall, das Hydrat $\dddot{F}e + 3\,aq$. Limnit (Dana Miner. 1868), welches auch in Raseneisensteinen beobachtet ist. Turgit, der oft zusammen mit Brauneisen vorkommt, bildet bisweilen die Decke der Brauneisenlager und geht wohl aus Brauneisen hervor (Voigtland, Salisbury. Conn., Neuenbürg u. s. w). Xanthosiderit (von Ilmenau) ist nach Tschermak wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Göthit. Er fand in den Achatmandeln von Oberstein Göthitnadeln vom Centrum aus bis zur Hälfte in eine sehr lockere gelbe Masse, Brauneisenstein, umgewandelt.[1]) Nach Zerrenner[2]) und von Fritsch ist Xanthosiderit von Ilmenau eine Pseudomorphose nach Pyrolusit ($Mn\,O^2$). In manchem braunem Glaskopf und in einigen anderen Vorkommen scheinen Gemenge der Hydrate, namentlich von Brauneisen und Göthit, vorzuliegen. Bei Varietäten, welche Phosphorsäure und Kieselsäure (als Silikat) enthalten, wird die Zurechnung schwierig. Die dichten unreinen Abänderungen Stilpnosiderit und Eisenpecherz werden bald zu Brauneisen, bald zu Göthit gestellt.

Die Bedingungen, unter welchen die verschiedenen Hydrate in der Natur sich bilden und endlich unter gänzlicher Abgabe des Wassers zu Eisenglanz und Rotheisen werden, sind nicht genau bekannt. Ein Theil der wasserärmeren Hydrate mag durch Wasserabgabe aus Brauneisen entstehen. Die künstlich dargestellten Eisenoxydhydrate geben bei langem Aufbewahren unter Wasser, beim Erhitzen oder Kochen mit Wasser Wasser ab, soweit, dass sie nach Rodman[3]) nur noch 2 pCt. Wasser enthalten. Eisenoxydhydrat, länger als 15 Jahre bei gewöhnlicher Temperatur unter Wasser aufbewahrt, bestand nach Schiff[4]) aus $\dddot{F}e + aq$. Nach Sénarmont wird in Wasser suspendirtes Eisenoxydhydrat bis auf 160—180° erhitzt, wasserfrei.[5])

$$
\begin{array}{lll}
100\,Fe\,O\,C\,O^2 \text{ liefern} & 80{,}6 & \text{Brauneisen } (2\,\dddot{F}e + 3\,aq) \\
 & 77{,}6 & \text{Göthit } (\dddot{F}e + aq) \\
 & 69{,}0 & \text{Rotheisen } (\dddot{F}e)
\end{array}
$$

Grubige, angefressene, theilweise zerstörte Eisenspäthe kommen vor.

Bei der Verwitterung des Eisenspathes zu Brauneisen wird die Oberfläche dunkelbraun, Glanz und Spaltbarkeit vermindern sich und gehen endlich ganz

[1]) Wiener Akad. Ber. (1) 49. 337. 1864. — [2]) Manganerzbergbaue 1861. 117. — [3]) Dana Miner. 1868. 168. Nach längerem Erhitzen mit Wasser bei 60° geht der Wassergehalt nach Dowies fast ganz fort. Delesse et de Lapparent Rapport de géol. 5. 120. 1868. — [4]) Ann. Chem. Pharm. 114. 199. 1860. — [5]) Ann. ch. phys. (3) 30. 145. 1850.

verloren. Oft ist noch ein Kern frischen Eisenspathes vorhanden. Bei vollständiger Umwandlung entstehen bei Erhaltung der Form Restpseudomorphosen in dichtes Brauneisen oder eine Hülle desselben umschliesst erdiges Brauneisen, oder die Pseudomorphosen sind mehr oder minder hohl und porös.[1])

Fast stets sind die isomorphen Karbonate $Mn\,O\,C\,O^2$, $Ca\,O\,C\,O^2$, $Mg\,O\,C\,O^2$, besonders das erstere, im Eisenspath enthalten. Zunächst wird dann $Fe\,O\,C\,O^2$ in Eisenoxydhydrat umgewandelt, erst später unterliegt auch das Manganoxydulkarbonat der Verwitterung und mengt sich als Manganoxydhydrat dem Eisenoxydhydrat bei oder als Manganoxyd dem Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd. Das Verhältniss von $Fe\,O : Mn\,O$ änderte sich bei dem von Schnabel[2]) analysirten Eisenspath von „Vier Winde“ bei Bendorf, Siegen, nicht. Er fand in dem weissen unveränderten Eisenspath I und in dem durch Verwitterung entstandenen, braun-schwarzen, leicht zerreiblichen, hier und da noch rhomboëdrische Absonderungsflächen zeigenden Produkt a.

	I		a		
$Fe\,O\,C\,O^2$	$78{,}_{67}$	$Fe\,O^3$	$76{,}_{76}$	$= Fe\,O\,C\,O^2$	$= 111{,}_{30}$
$Mn\,O\,C\,O^2$	$17{,}_{48}$	$Mn^2\,O^3$	$16{,}_{56}$	$= Mn\,O\,C\,O^2$	$= 24{,}_{11}$
$Mg\,O\,C\,O^2$	$2{,}_{95}$	$Mg\,O$	$0{,}_{44}$		
$Ca\,O\,C\,O^2$	$0{,}_{73}$	$Ca\,O$	$0{,}_{60}$		
$Si\,O^2$ und Verlust	$0{,}_{17}$	Wasser u. Verlust	$5{,}_{64}$		
	$100{,}_{00}$		$100{,}_{00}$		

In I kommen auf 100 $Fe\,O\,C\,O^2$ $22{,}_{22}$ $Mn\,O\,C\,O^2$, in a $21{,}_{66}$ $Mn\,O\,C\,O^2$. Das Wasser reicht nicht, um in a nur Brauneisen anzunehmen.

Die Verwitterung des hellfarbigen, Mangan-, Kalk- und Magnesiakarbonat enthaltenden Eisenspathes (Weisserz) beginnt von der Oberfläche aus mit Veränderung der Durchscheinenheit und der Färbung (Blauerz, Braunerz, reifer Eisenspath), während Glanz und Spaltbarkeit noch lange erhalten bleiben, dann folgt Ueberzug mit Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd. Die Verwitterung verläuft mit Beibehaltung der Struktur, Erhaltung eines Theils des Eisen- und Manganoxydulkarbonates und Umwandlung eines anderen in Eisenoxyd- und Manganoxydhydrat,[3]) endlich ist alles Eisen- und Manganoxydul umgewandelt, bald überwiegend in Eisenoxydhydrat, bald in Eisenoxyd und ähnlich das Mangankarbonat. Das Mineral ist dicht oder erdig, faserig und porös geworden. Aber das Mangankarbonat kann sich auch zu Pyrolusit ($Mn\,O^2$) oxydiren und dieser findet sich in Kryställchen oder nierenförmigen Aggregaten auf dem zu Brauneisen gewordenem Eisenspath (Grube Enkenberg bei Brilon; Arzberg, Fichtelgebirge; Hüttenberg; Schmalkalden u. s. w.) oder bedeckt ihn als Wad (Kamsdorf, Hüttenberg, Lobenstein, Zairing, Steiermark) oder liegt als Psilomelan auf dem aus Eisenspath entstandenen Eisenocker (Przibram, Hüttenberg)

[1]) Blum Pseud. 200. I. 113. III. 185. (Vergl. auch complicirte Verwitterung.) Breithaupt Paragenesis 129. — [2]) Verhandl. des naturh. Vereins f. Rheinl. u. Westph. 8. 80. 1851. — [3]) In den von J. Wolff (Wiener Akad. Ber. 56. 296. 1867) untersuchten verwitterten Eisenspäthen vom Erzberg bei Hüttenberg, Kärnthen, hat das Eisenoxydhydrat die Formel des Brauneisens, das Manganoxydhydrat die des Manganites ($Mn^2\,O^3 + aq$); ebenso in den von Karsten (Hausmann Miner. 2. 366) von dort untersuchten verwitterten Eisenspäthen.

oder beide setzen sich auf dem noch frischen Eisenspath ab. Auch Göthit findet sich als Ueberzug des Eisenspathes und der Neubildungen.

Der Kalkgehalt des Spatheisens wird anfangs nicht nothwendig verändert. Way fand in derbem, braun-schwarzem, mit Blätterdurchgängen des Rhomboëders versehenem Eisenspath $83{,}_{60}$ $FeOCO^2$; $7{,}_{47}$ $CaOCO^2$; $10{,}_{00}$ pCt. Eisenoxydhydrat. Als er das letztere vollständig mit Salzsäure auszog, enthielt das farblose, aus durchscheinenden Rhomboëdern bestehende Pulver $91{,}_{24}$ $FeOCO^2$ und $8{,}_{97}$ pCt. $CaOCO^2$; berechnet man das Eisenoxydhydrat auf Karbonat, so zeigt sich, dass kein Kalkkarbonat entfernt ist.[1]) Nach Analysen von anderen Fundorten bleibt im Verwitterungsprodukt der Kalkgehalt, wie hier, bald vollständig, bald nur zum Theil zurück. Für dies durch Leichtflüssigkeit besonders ausgezeichnete, kalkige Brauneisen giebt Hausmann den Trivialnamen „Braunerz, mine douce."[4]) Es schliesst häufig noch unverändertes Spatheisen ein. Bisweilen wird das Kalkkarbonat auf dem verwitterten Spatheisen krystallinisch oder faserig als Kalkspath oder Aragonit oder als Kalkspath mit Aragonit wechselnd abgesetzt. Derartige ästige staudenförmige Bildungen von Aragonit haben die Bezeichnung Eisenblüthe hervorgerufen.[2])

Das Magnesiakarbonat bleibt in dem Verwitterungsprodukt ganz oder theilweise zurück oder wird in Verbindung mit anderen Karbonaten als Bitterspath oder Ankerit abgesetzt; Magnesit entsteht in dieser Weise nirgend.

Die dem Spatheisen beigemengte oder aus beigemengten Silikaten herstammende, löslich gewordene Kieselsäure überzieht als Chalcedon, stalaktitisch oder nierenförmig, oder als Cascholong das Spatheisen und das neuentstandene Brauneisen. War das Spatheisen mit Quarz, Glimmer und anderen schwer öslichen und schwer verwitterbaren Mineralien gemengt, so finden sich diese in den Verwitterungsprodukten wieder und daneben die aus ihnen selbst entstandenen Neubildungen (Silikate von Kalk und Magnesia, Thonerdehydrat u. s. w.)

Nach Seeland findet sich in dem Hüttenberger Erzberg, Kärnthen, (in Kalk des Glimmerschiefers) das Spatheisen in allen Stufen der Umwandlung zu Brauneisen. Es kommen Drusen vor, oft mit freiliegendem Kern von Spatheisen, die aussen aus braunem Glaskopf. darunter aus Wechsellagerung von braunem Glaskopf und Wad bestehen. Da das Wasser in den oberen Schichten allen Sauerstoff abgegeben hat, löset es durch seinen Gehalt an Kohlensäure in den tieferen Schichten Eisenspath, den es in Form von Trauben, Nieren, Stalaktiten und Stalagmiten mit radialfaseriger Struktur absetzt.[3]) Diese wandeln sich durch Oxydation in braunen Glaskopf um. Rotheisen kommt in Hüttenberg nicht vor. Das gewöhnliche glimmerige Blauerz von dort enthält nach Mitteregger $64{,}_{28}$ pCt. Eisenoxyd; $3{,}_{21}$ pCt. Manganoxyd; $6{,}_{25}$ pCt. Kalkkarbonat; $9{,}_{10}$ pCt. Wasser, der Rest ist Thonerde und Kieselsäure.[4])

Vollständige Umwandlung des Spatheisens in Rotheisen ist viel sparsa-

[1]) Fundort angeblich Gegend um Hull; sp. Gew. $3{,}_{747}$. Berzelius. Jahresber. f. 1844. 1386 aus Phil. mag. 25. 129. — [2]) Peters. Jahrb. Miner. 1861. 446 fand in Siebenbürgen um Czalathna, Nagyag, Torocko u. s, w. sämmtliche Eisenblüthe in Calcitgebilde umgewandelt (s. Paramorphosen). — [3]) Breithaupt. (Paragenesis 179) fand bei Lobenstein Absatz von Eisenspath auf Pseudomorphosen von Brauneisen nach Eisenspath. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanst. 26. 69 u. fg. 1876.

mer als die in Brauneisen. Die so verwitterten Eisenspäthe sind entweder porös oder mit einer weichen Masse von Rotheisenocker ausgefüllt. Diese Art Pseudomorphosen finden sich in Brésoir bei Markirchen; Elsass; Przibram; Pressnitz; Jednovitz bei Blansko, Mähren; neue Hardt bei Siegen[1]) u. s. w., nach Sillem in Jakobsberg, Wildemann, Stolberg, Harz.[2]) Auf Grube Louise zu Stolberg fand er die grössten Theils in Rotheisen umgewandelten Rhomboëder an Ecken und Kanten aus Eisenoxydhydrat bestehend.[3]) Obwohl wahrscheinlich die Bildung von Eisenoxydhydrat immer der von Eisenoxyd vorausgeht, hält Haidinger die unmittelbare Bildung von Oxyd aus Spatheisen in manchen Fällen für unzweifelhaft. Die in ockeriges Rotheisen umgewandelten Eisenspäthe in Przibram fand Reuss unter dem Rotheisen sehr uneben;[4]) er fand auch Umwandlung in Eisenglanz. Göthit (Nadeleisenerz) pseudomorph nach Eisenspath erwähnen Breithaupt[5]) und Reuss von Przibram, Reuss auch Stilpnosiderit.[6]) Letzteres ist compakt und aussen mit braungelbem Eisenocker überzogen.

Aehnliche Erscheinungen bietet der meist strahligkugelige Sphaerosiderit der Melaphyre, Dolerite, Basalte u. s. w. Er verliert bei der Verwitterung zu Brauneisen sein Gefüge und wird dicht, bisweilen mit schaliger Absonderung, welche oft auch in dem frischen Mineral sichtbar ist. In einem verwitterten, aber nicht Wasser enthaltenden Sphaerosiderit des Dolerites von Steinheim fand Klaproth $FeO\,CO^2$ 87,77; $MnO\,CO^2$ 1,21; $MgO\,CO^2$ 0,52; Eisenoxyd 10,28 = 99,78. Nach Blum scheint auch die Umänderung in Stilpnosiderit (dichten Göthit) und in Göthit vorzukommen.[7])

Ebenso verwittert der thonige Sphaerosiderit (fer carbonaté lithoide, ball-iron) zu Eisenoxydhydrat, dem Mangansuperoxyd oder Manganoxydhydrat beigemengt sind; so entsteht thoniges Brauneisen, oft mit schaliger, der äusseren Gestalt entsprechender Absonderung, oft mit unverwittertem Kern. Auch der durch erhöhte Temperatur stengelig gewordene thonige Sphaerosiderit verwittert zu Brauneisen.[8])

Im verwitterten Theil der thonigen Sphaerosiderite nimmt, da ausserdem das neben Eisenspath vorhandene Kalk- und Magnesiakarbonat in Lösung fortgeführt werden kann, der Gehalt an Thon, Kieselsäure u. s. w. zu. In den neuentstandenen Hohlräumen krystallisiren nicht selten die Karbonate von Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, ferner Quarz und andere Mineralien.

Auch im Kohleneisenstein (Blackband), dem Gemenge von Spatheisen und Kohle, oxydirt sich das Eisenkarbonat zu Eisenoxyden.

Volger führt aus, dass die in verwitterten Eisenspäthen so häufigen Sagenit-Nadeln aus einer dem Eisenspath analogen und isomorphen, im Eisenspath enthaltenen Titanverbindung entständen[9]); er hält die Sagenite theils für Brookit, theils für Pseudomorphosen von Rutil nach Brookit.[10])

[1]) Blum. Pseudom. 188; I. 110; III. 180. Nach Des Cloizeaux auch in Allévard, nach Smyth in Exmoor. — [2]) Jahrb. Miner. 1852. 528. — [3]) ib. 1851. 391. vergl. Volger. Entwickelungsgesch. d. Miner. 1854. 293—312. — [4]) Wien. Akad. Ber. 22. 153. 1857. — [5]) Paragenesis. 175 = Blum. Pseudom. III. 281. — [6]) Wien. Akad. Ber. 22. 153. 1857. — [7]) Blum. Pseudom. 204. — [8]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 530. Klitschenberg. — [9]) Studien zur Entwickelungsgeschichte der Miner. 1854. 460 u. fg. vergl. Tschermak. Wien. Akad. Ber. 47. 215. 1863. — [10]) ib. 502.

Verwitterung von Manganspath, Manganit, Hausmannit (Psilomelan, Wad, Lithiophorit, Wiserit, Pyrochroit).

Schon in den Mineraliensammlungen bräunt sich durch Oxydation der rosenrothe Manganspath allmählich.[1]) Krystalle und Ablagerungen von Manganspath verwittern zu Manganit ($H^2MnO^4 = Mn^2O^3 + aq$), Pyrolusit (MnO^2). Psilomelan.

Umänderung in ein Gemenge von veränderlichen Quantitäten wasserfreien Manganoxydes und Mangansuperoxydes, wobei noch ein Theil des Manganspathes erhalten blieb, ist von Grüner am Ostabhang der Pyrenäen bei Vieille und Germ;[2]) in Manganit von Sandberger[3]) und in Pyrolusit von Heymann[4]) in Oberneisen, Nassau; in Psilomelanpseudomorphosen ebenda von Reuss[5]) beobachtet. Der Letztere fand bald Kerne von Himbeerspath, bald innen einen Hohlraum; aus dem Eisenoxydulkarbonat war Brauneisen entstanden.

Das Verhalten des in Dolomiten, Bitterspäthen und Spatheisen vorkommenden Mangankarbonates ist schon S. 83 angeführt.

Manganit, dessen Bildung wie die der übrigen Manganerze direkt oder indirekt auf gelöstes Mangankarbonat zurückzuführen ist, kann zu Pyrolusit[6]) verwittern. Es tritt, ähnlich wie bei dem entsprechenden Eisenoxydhydrat, Wasserabgabe ein, aber hier verbunden mit Oxydation. Meist ist die von aussen beginnende Umänderung nur eine theilweise, seltener eine vollständige.

Umänderung von Manganit in Pyrolusit wird angeführt von Ilfeld; Ilmenau;[7]) von Laisa bei Battenberg, Hessen-Darmstadt;[8]) von Gnade Gottes am Schimmel bei Johanngeorgenstadt;[9]) Elgersburg; von Unverhofft Glück am Mittelberg, Prinz Albert am Rumpelsberg bei Gotha;[10]) Türkheim, Elsass;[10]) Niedertiefenbach, Nassau; Gottlob bei Friedrichsroda.[11])

Als mittleren Zustand zwischen Manganit und Pyrolusit bezeichnet Breithaupt den Varvicit ($MnO^3H^2O + 2\,MnO^2$), der zu Pyrolusit verwittert.

In ähnlicher Weise wird Manganit auch zu Hausmannit ($2\,MnO + MnO^2$); Wasser tritt aus und Sauerstoff wird abgegeben: $6\,Mn + 9\,O + 3\,aq = 2\,(2\,MnO + MnO^2) - O - 3\,aq$. Dabei wird die Oberfläche der Krystalle rauh und wenigglänzend, enthält oft noch Theilchen von nicht umgewandeltem Manganit, während das Innere schon ganz von Hausmannit erfüllt ist. Umänderungen des Manganites in Hausmannit sind in Ilfeld (Blum l. c.), in

[1]) Bischof. Chem. Geolog. I. 29. — [2]) Ann. min. (4). 18. 68. 1850. — [3]) Pogg. Ann. 88. 493. 1853. — [4]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Verhandl. d. naturh. Vereins d. preuss. Rheinlande. 26. 95. 1869. In Klüften und Hohlräumen eines manganhaltigen Brauneisens; Umwandlung fast vollendet. — [5]) Jahrb. geol. Reichsanst. 20. 519. 1870. — [6]) Haidinger. Pogg. Ann. 11. 374. 1827. — [7]) Blum. Pseudom. 163. v. Fritsch. l. c. — [8]) Credner. J. Miner. 1850. 143. Pseudomorphosen. Auch Fabricius Verhand. naturf. Ver. Rheinl. Westf. 1876. Correspondenzblatt. 107. Aus Kieselschiefer. — [9]) Nach Manganit $\infty P\ 2\ .\ 0\ P$. Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. 253. — [10]) Breithaupt. Paragenesis. 197 u. 198 u. Pogg. Ann. 61. 189. 1844. — [11]) Credner. Jahrb. Miner. 1849. 312.

Brauneisensteingängen im Melaphyrconglomerat des Gottlobs bei Friedrichsroda,[1]) in Elgersburg und Oehrenstock[2]) beobachtet.

Breithaupt führt auch Pseudomorphosen von Braunit ($3\,\dddot{Mn} + MnO\,SiO^2$) nach Manganit und Umänderungen in dichtes Wad[3]) an; erstere von Elgersburg und Oehrenstock.[4])

Nach Frenzel ändert sich derber körniger Hausmannit durch Oxydation in Pyrolusit um: Schlema, Schneeberg, Schindmaas bei Zwickau, Berggieshübel.[5])

Als letztes Verwitterungsprodukt geben Manganerze und manganreiche Mineralien Psilomelan[6]) und Wad: derbe, trauben- und nierenförmige, stalaktitische, zum Theil mit Glaskopfstruktur versehene oder erdige Massen, denen kaum eine einfache chemische Formel zukommt. Sie enthalten neben Manganoxyden noch Baryt oder Kali, ferner Lithion, Natron, Kalk, Metalloxyde, Vanadin- und Kieselsäure und meist Wasser, obwohl auch wasserfreie Psilomelane vorkommen sollen. Ein lithionhaltiges (etwa 1,5 pCt. Li^2O) amorphes Verwitterungsprodukt des Psilomelans hat Breithaupt als Lithiophorit bezeichnet.

Nach Zerrenner[7]) ist Psilomelan oft der Stammvater von Pyrolusit und Polianit, der reinsten und härtesten Ausbildung des Pyrolusites. Polianit in Pyrolusit pseudomorphosirt wird von Platten, Böhmen, und von Ilmenau[8]) angeführt.

Nach H. Credner entstand am Gottlob, Friedrichsroda, auf einem ursprünglich mit Psilomelan und Kalkspath erfüllten Gange Crednerit ($2\,\dddot{Mn} + 3\,CuO$), der einen Theil des Materials zur Bildung von Hausmannit und den Volborthit ($4 \left\{\begin{matrix} CuO \\ CaO \end{matrix}\right\} + V^2O^5 + aq$ lieferte.[9])

Im Hausmannit von Gonzen bei Sargans, St. Gallen, kommt mit Manganspath graulich weisser Wiserit[10]) vor ($[MnO + aq] + [MgO + aq]$), welcher Kohlensäure angezogen hat. Dasselbe Mineral ist der nach Igelström[11]) im magnetischen Eisenerz von Paisberg bei Philipstad, Wermland, nach Sjögren auf der Mossgrube, Nordmark in Wermland,[12]) ferner in Jvalojoki, SO vom Enalasee, Nordfinnland, vorkommende, weisse Pyrochroit, welcher an der Luft broncefarbig und endlich unter Wasserverlust schwarz wird. In der Mossgrube findet sich nach Sjögren mit dem Pyrochroit zusammen Manganosit (MnO) (s. Dolomit).

Verwitterung von Eisenzinkspath.

Der aus Willemit des Busbacher Berges bei Stolberg unfern Aachen ent-

[1]) Hch. Credner. Jahrb. Miner. 1847. 2. u. 1849. 312. Die Pseudomorphosen bilden bald ein kleinkörniges Aggregat von Hausmannitkrystallen, bald bei stetiger Raumerfüllung Pseudomorphosen mit deutlicher Spaltbarkeit des Hausmannites. — [2]) Breithaupt. Paragenesis. 197. — [3]) Pogg. Ann. 61. 190. 1844. — [4]) Paragenesis. 198. Der Zutritt der Kieselsäure beweiset für complicirte Verwitterung. — [5]) Min. Lex. f. Sachsen. 152. 253. — [6]) Laspeyres (J. pr. Chem. N. F. 13. 21. 1876) nimmt für Psilomelan die Formel $x(H^4 Mn O^5)$ an. Psilomelan in Pyrolusit umgewandelt führt v. Fritsch von Ilmenau an· Zs. geol. Ges. 12. 138. 1860. — [7]) Manganerz-Bergbaue. 1861. 281. — [8]) v. Fritsch. Zs. geol. Ges. 12. 138. 1860. — [9]) Jb. Miner. 1847. 5. u. 1849. 312 = Pogg. Ann. 74. 546. — [10]) Kenngott. Jahrb. Miner. 1866. 440. — [11]) Pogg. Ann. 122. 181. 1864. — [12]) Jahrb. Miner. 1877. 538.

standene Eisenzinkspath sowie der von Beuthen liefert hohle Restpseudomorphosen in Brauneisen, s. complicirte Verwitterung von Zinkspath.

Aehnlich entstehen aus den Pseudomorphosen von Eisenzinkspath nach Kalkspath, welche in Wiesloch vorkommen, durch Fortführung des Zinkkarbonates Restpseudomorphosen in Brauneisen, s. Zinkspath nach Kalkspath.

2. Verwitterung der Sulfate.

Sulfate und organische Substanz.

Sulfate werden durch organische Substanz zu Schwefelmetallen reduzirt, welche, zum Theil leicht durch Wasserdampf oder schwache Säuren zersetzbar, Schwefelwasserstoff liefern, aus welchem durch Oxydation Schwefel abgeschieden werden kann.

Gyps wird daher durch organische Substanz zu Schwefelcalcium, welches leicht durch Kohlensäure und durch Wasser schon bei 35° (Bischof) zersetzbar, Schwefelwasserstoff und Kalkkarbonat liefert; aus ersterem geht Schwefel hervor, welcher so häufig den Gyps begleitet. Kalkkarbonat in Gyps kann daher aus bituminösem Gyps entstanden sein. Im tertiären bituminösen Gypsmergel mit einem Gehalt von 50—60 pCt. Schwefel zwischen Libros und Riodeva, S. von Teruel, Aragon, fand M. Braun[1]) die Paludinen, Planorben, Coniferen u. s. w. in Schwefel umgewandelt. Aehnlich sind die Vorkommen von Lorca, Murcia und Conil bei Cadix. Dahin gehört ferner das Vorkommen von Schwefel auf Anhydrit von Stassfurth;[2]) in (wahrscheinlich jurassischem) Gyps von Weenzen bei Lauenstein, Hannover;[3]) in Gyps von Pschow,[4]) Dembio, Czernitz, Oberschlesien; bei Hammen unfern der Porta Westphalica;[5]) von Hallein, von Mooseck bei Golling; Radmer, Steiermark; vom Salzberg bei Perneck bei Ischl; bei Szczersek, Podgorze bei Krakau[6]) u. s. w. An den Wänden der durch bituminösen Gyps getriebenen Stollen bei Bex[7]) sieht man oft Absatz stalaktitischer Gypsbildungen, welche mit einer Schwefelkruste sich überziehen und Schwefelwasserstoff aushauchen.[8]) Schwefel ist dort in dem bituminösen Gyps eine häufige Erscheinung.

Dieselben Erscheinungen liefert natürlich der durch complicirte Verwitterung entstandene Gyps, s. bei Schwefelkies.

Die aus den Schwefelmetallen durch Oxydation entstandenen Sulfate der schweren Metalle können durch organische Substanzen wieder zu Schwefelmetallen reduzirt werden, diese daher als Pseudomorphosen und als Versteinerungsmittel auftreten (s. Absatz der Schwefelmetalle).

Der Gehalt an Schwefelwasserstoff mancher Gewässer rührt her von der durch organische Substanz bewirkten Reduktion der Sulfate zu Sulfuriden. So

[1]) Bull. géol. (1). 12. 171. 1841; A. Maestre. ib. (2). 2. 6. 630. 1845. d'Archiac. Hist. d. l. géol. 2. II. 826. — [2]) Lottner. Zs. geol. Ges. 17. 430. 1865. — [3]) Ferd. Roemer. Jahrb. Miner. 1869. 18. — [4]) Ferd. Roemer. Geologie von Oberschlesien. 1870. 386. — [5]) Dunker. Jahrb. Miner. 1838. 334. — [6]) v. Alth. Jahrb. geol. Reichsanst. 9. 146. 1858. — [7]) Bunsen. Studien d. Göttinger Vereins bergmänn. Freunde. 4. 361. 1841. u. Charpentier. Ann. min. 4. 535—561. 1819. — [8]) Kalk, organische Substanz und Sulfate liefern Gyps und Schwefel. So in Kloaken. vergl. Zimmermann. Zs. geol. Ges. 4. 626. 1852.

in der Therme von Landeck, Schlesien;[1]) Billazac, Deux Sèvres;[2]) in den Sulphur springs, südöstliches Arizona.[3])

Verwitterung des Anhydrites und Gypses.

Wo Anhydrit in grösseren Massen auftritt, geht die blaue oder graue, von organischer Substanz herrührende Färbung unter dem Einfluss der Atmosphäre rasch in Weiss über, Härte und Zusammenhalt vermindert sich, das Gestein zerfällt zu Pulver, das unter Aufnahme von Wasser und durch Bildung von Gyps sich wieder zu einer festen Masse agglutinirt. Lässt der gegenseitige Druck der Theile im anstehenden Gestein dies Zerfallen nicht zu, so ändert das Gestein nur da, wo Wasser eindringen kann, Farbe und Aggregation; es bildet sich ein Gemisch von Anhydrit und Gyps, die Masse bläht sich auf, die Schichten krümmen sich und trennen sich, ohne zu brechen. Nicht selten bewahrt der neu entstandene Gyps noch das Gefüge des Anhydrites. So sieht man diese Vorgänge nach Charpentier[4]) in Bex, Wallis. Aehnliches ist bei allen grösseren Anhydritablagerungen zu beobachten. Anhydritmassen sind von der Oberfläche aus ganz oder zum Theil in Gyps umgewandelt, und erst in der Tiefe findet sich reiner Anhydrit. Wo im Salzthon Karstenit von Salzsoole berührt wird, entsteht Gyps.

Schindling[5]) fand in einem fleischrothen faserigen Mineral aus dem Keupermergel von Bovenden bei Göttingen eine Mischung von Anhydrit und Gyps (etwa 74 pCt. Gyps und 26 pCt. Anhydrit); das Aeussere bildet der faserige Gyps, das Innere körniger Anhydrit. Knollen, deren Kern vorzugsweise aus Anhydrit, deren Rinde vorzugsweise aus Gyps besteht, aus dem Steinsalz von Vizakna, Siebenbürgen, analysirte Posepny.[6]) Pseudomorphosen von Gyps nach Anhydrit, Verwitterung von Anhydrit zu Gyps unter Beibehaltung der Form, sind nicht selten: in Pesey, Savoyen; Aussee, Steiermark; Widerswyl, Thuner See.[7])

Die Ausdehnung des Anhydrites bei der Umwandlung zu Gyps ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Gewichtsth. 34 Anhydrit = 43 Gyps; sp. G. von Anhydrit $2{,}_{985}$, von Gyps $2{,}_{325}$.

Gewichtsth. $2{,}_{985}$ Anhydrit = $3{,}_{775}$ Gyps; $\frac{3{,}_{775}}{2{,}_{325}} = 1{,}_{623}$;

1 Volumen Anhydrit liefert also $1{,}_{623}$ Volume Gyps.

In Folge der Ausdehnung zerreissen die im Anhydrit eingeschlossenen Mineralien; im Anhydrit des Val Canaria erscheinen sie als wohlgebildete Krystalle, im Gyps als auseinander gerissene Trümmer.[8]) Von dem neugebildeten Gyps wird noch ein Theil in Lösung fortgeführt, so dass die theoretische Aus-

[1]) L. Meyer. J. pr. Chem. 91. 1. 1864. Reduktion von Natronsulfat. — [2]) Henry. — [3]) Mitth. aus Perthes' geogr. Anstalt. 1874. 454. Nach Wheeler. Reduktion von Gyps. — [4]) Ann. min. 4. 535—561. 1819. u. Miner. Taschenb. 15. 336 u. ff. 1821. — [5]) Jahrb. Miner. 1856. 664. cf. Hausmann. ib. 1857. 414. — [6]) Verh. geol. Reichsanst. 1869. 140. — [7]) Blum. Pseudomorph. 24. — [8]) v. Fritsch. Gotthardgebiet. Bern. 1873. 119.

dehnung der Masse bei der Umbildung nicht erreicht wird. Die Absonderungsflächen des Anhydrites sind bei der Neigung, Wasser aufzunehmen, oft mit kleinen Gypskrystallen bedeckt. Feines Anhydritpulver der feuchten Luft ausgesetzt, bedeckt sich mit mikroskopischen Gypskrystallen.[1])

Anhydrit ist daher häufig mit Gyps gemengt oder bildet die Kerne von Gypsknollen.

Grössere Gypsmassen zeigen rauhe Oberflächen, weil ein Theil des Gypses in Lösung fortgeführt wird und ein Theil des Gelösten wiederum krystallisirt.

Gyps in Anhydrit umgewandelt fand G. Rose[2]) im Anhydrit von Sulz am Neckar. Er wies nach, dass die Pseudomorphosen schon unter 100° in Chlornatriumlösung entstehen. Auch bei gewöhnlicher Temperatur und Gegenwart von Chlornatrium kann sich Anhydrit bilden, wie unter anderem das von Haidinger[3]) beobachtete Vorkommen von Hall, Tyrol beweist, wo „Anhydrit in körniger Zusammensetzung die Räume ehemaliger Steinsalzwürfel erfüllt.“ Das Vorkommen des Anhydrites im Steinsalz und ferner in Ammonitenkammern am Sommeraukegel bei Hallstadt beweist die Bildung aus Lösung.

Ob die Pfannensteine der Salinen Anhydrit oder Glauberit ($Na^2 O S O^3 +$ $Ca O S O^3$) enthalten, ist nicht festgestellt. Gyps kann nach der Wassermenge nicht vorhanden sein.

Da zur Umwandlung von Gyps in Anhydrit die Gegenwart von Chlornatrium nöthig erscheint, so gehört sie, streng genommen, zur complicirten Umänderung.

Die Gypskörner des Saharasandes sind nach Brun voll von weissen undurchsichtigen Anhydritkörnchen. „Die Erscheinung rührt wohl von glatten Quarzkörnern her, welche in der Sonne als Brenngläser wirkten.“[4])

Verhalten des Glauberites ($Na^2 O S O^3 + Ca O S O^3$).

In Boronatrocalcit von Iquique, Peru, finden sich nach Kraut[5]) Krystalle von Glauberit, meist unter Beibehaltung der Form, in Gyps umgewandelt. Auch künstlicher Glauberit gibt an Wasser vorzugsweise Natronsulfat ab, obwohl das Ganze in vielem Wasser löslich ist. In feuchter Luft bekleidet sich der Glauberit mit einer weissen undurchsichtigen Rinde (nach Klein von Gyps) und zerfällt endlich.

Auch am Boraxsee in Californien kommen im Thon Glauberitkrystalle, zusammen mit Boronatrocalcit, vor.[6])

Verhalten des Coelestines.

Ueberall erscheint der Coelestin als neptunische Bildung.

[1]) Hausmann. Mineralog. 2. 1145. — [2]) Monatsber. Berl. Akad. 1871. 362. Schon 1866 hatte Hoppe-Seyler die Umwandlung bei 125—130° nachgewiesen. Vergl. über die zur Anhydritbildung nöthige Temperatur Hoppe-Seyler (Zs. geol. Ges. 27. 522. 1875). — [3]) Handb. d. bestimmenden Miner. 1845. 303. u. Blum. Pseudom. 222. — [4]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 222. — [5]) Kopp u. Will. Jahresber. Chemie f. 1862. 773. — [6]) Dana. Mineralogy 628.

In den Nummulitenkalken von Mokattam, Egypten, erfüllt der Coelestin Drusenräume. Die Krystalle sind gross und schliessen Nummuliten ein, welche bei der Verwitterung hervortreten. Die Verwitterung des Coelestins beginnt mit Rauhwerden der Prismenflächen und endigt mit Verschwinden des Krystalls, so dass ein Hohlraum bleibt, der mit Kalk erfüllt werden kann. Meist setzt sich der gelöste Coelestin wieder auf den verwitterten Krystallen in einzelnen Gruppen ab. Bauermann und Foster leiten die Erscheinung von Löslichkeit des Coelestins in Kochsalz ab.[1])

Nach Quenstedt enthalten die Kammern der Ammoniten des schwäbischen Jura schöne blaue Coelestinkrystalle.

Schwefelsaurer Strontian mit Wasser ist nirgend beobachtet.

Der strahlige, an schwefelsaurem Baryt reiche Coelestin des Jurakalkes von Northen unweit Hannover gibt den leichter löslichen schwefelsauren Strontian ab, wird locker, endlich zerreiblich, Glanz und Durchscheinen gehen verloren, das ursprüngliche bläuliche Grau verwandelt sich in Gelblichweiss. Der Gehalt an $BaOSO^3$ hat von $26{,}17$ pCt. sich auf $74{,}66$ pCt. erhöht. Die verwitterte Masse erscheint durch Eisenoxydhydrat, aus eingemengtem Schwefelkies entstanden, ockergelb oder rostbraun.[2])

Am Greiner kommt nach v. Zepharovich compakter graulich-weisser Barytcölestin vor (sp. G. $4{,}138$; $\infty P = 103^0\ 44'$) aus $4\,SrOSO^3 + 3\,BaOSO^3 = 48{,}7$ pCt. $BaOSO^3 + 51{,}3$ pCt. $SrOSO^3$ bestehend. Durch Fortführung des Strontiansulfates entsteht endlich eine poröse oder zellige Masse, die vorwaltend aus Schwerspath besteht.[3])

Verhalten des Schwerspathes.

Den Angriff der Verwitterung bezeugen die an der Oberfläche rauhen Krystalle (am Caverardi in Tavetsch; bei Saltaria. Tyrol u. s. w.), die rissigen Krystalle (Przibram, Barbaragang),[4]) welche so wenig Zusammenhang haben, dass sie sehr leicht zerbröckeln, die nicht mehr vollständige Ausfüllung des Raumes durch noch vorhandene Theile der Krystalle und das endlich vollständige Verschwinden des Barytes. Reuss bemerkt, dass die bei beginnender Verwitterung auf der Oberfläche bemerkbaren Vertiefungen von regelmässigen Krystallflächen eingefasst sind.[5])

Scheerer[6]) beschrieb einen Krystall von Przibram, dessen eine Seite angefressen ist, gleichsam als ob sie von einem Lösungsmittel angegriffen sei. Endlich schreitet der Angriff so weit vor, dass die Krystalle ganz verschwinden und nur die regelmässig begrenzten Hohlräume von ihrem früheren Dasein zeugen.

Wasserhaltiger schwefelsaurer Baryt ist nirgend beobachtet.

Entsteht der erdige Schwerspath immer durch Verwitterung aus Stangenspath und dichtem Schwerspath, namentlich durch Verlust des Färbenden?

[1]) Bauermann u. Foster. Phil. Mag. 1869. 38. 162. — [2]) Hausmann Mineralogie II. 1122. — [3]) Jahrb. Miner. 1869. 87. aus Wien. Akad. Ber. (I). Bd. 57. 1868. — [4]) Reuss. Jahrb. Miner. 1860. 713. — [5]) Ber. Wien. Akad. 22. 160. 1857. — [6]) Jb. Mineral. 1860. 353.

Der Bleiglanz der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal wird hauptsächlich von Schwerspath begleitet, welcher 5—6,5 pCt. Cölestin enthält. Durch die Verwitterung wird die Farbe gebleicht, Festigkeit und specifisches Gewicht vermindert und der leichter lösliche Cölestin in Lösung fortgeführt. In den Gangklüften hat sich Schwerspath, aber frei von Cölestin, ausserdem Strontianit, Kalkspath und leicht verwitternder Wasserkies abgesetzt.[1])

Verhalten des schwefelsauren Natrons.

Natürliches wasserfreies Natronsulfat (Thenardit) zieht in feuchter Luft Wasser an und beschlägt, während Glaubersalz ($Na^2 O S O^3 + 10 aq$) natürliches (Mirabilit) wie künstliches, an der Luft verwittert und wasserfreies Salz liefert, das in feuchter Luft wieder Wasser aufnimmt.

Verhalten des Kieserits ($Mg O S O^3 + aq$).

Kieserit überzieht sich in feuchter Luft mit einer weissen Rinde von Bittersalz ($Mg O S O^3 + 7 aq$); auch im Innern geht von den Klüften aus die Umwandlung in Bittersalz vor sich. In Stassfurth und Hallstadt beobachtet von Reichardt und Simony.

Verhalten des Blödites ($Na^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 4 aq$).

Blödit verwittert an der Luft zu einem fast wasserfreien Pulver; der ebenso zusammengesetzte Simonyit bleibt auch in sehr trockner Luft unverändert.[2])

3. Verwitterung der Fluoride und des Apatites.

Verhalten des Flussspathes.

Vielfach zeigen die Flussspathkrystalle Angriff des Wassers.

Nach Kenngott gibt sich bei den Schweizer Fluoriten der erste Angriff auf die Würfelflächen durch eine feine Gitterung kund, durch Furchen nach den Diagonalen. An den Würfeln aus der Gams bei Hieflau, Steiermark, fand v. Zepharovich[3]) die Furchen den Kanten parallel. Nicht selten entsprechen die eingetieften Flächen Ikositetraëdern.

Verhalten des Apatites.

Nach H. Rose zieht kochendes Wasser aus Apatit Chlorcalcium aus, aber Phosphorsäure liess sich nicht in der Lösung nachweisen.[4])

Verwitterter Apatit ist kaum untersucht. Die Krystalle werden undurchsichtig, rissig, narbig. Wahrscheinlich wird zunächst Fluor- und Chlorcalcium

[1]) Hausmann. Mineral. II. 1248. — [2]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 59. — [3]) Jahrb. geol. Reichsanst. 1867. 17. 21. — [4]) Pogg. Ann. 82. 559. 1851.

entfernt. Veränderte undurchsichtige poröse Krystalle von Grube Kurprinz bei Freiberg enthalten nach Plattner neben Fluor noch Schwefelsäure, Kohlensäure und Wasser.[1]) Pusyrewski fand in bräunlich-violettem Apatit von Schischimsk Schwefelsäure und etwa 4 pCt. Kieselsäure;[2]) der 7,74 pCt. Magnesia enthaltende milchweisse Talkapatit aus dem dortigen Chloritschiefer enthält nach Hermann Chlor, Fluor, 2,10 pCt. Schwefelsäure und 9,50 pCt. Unlösliches, ist also stark verändert.[3]) Türkisblaue Apatite der Gruben von Tambillos bei Coquimbo enthalten nach Field kein Fluor, 2,38 pCt. Chlorcalcium, 20,98 pCt. Kupferoxyd als Phosphat und 2,82 pCt. Wasser.[4])

Da Apatit in kohlensaurem Wasser löslich ist, so kommen stalaktitische Bildungen und radialfaserige Kugeln vor. Dahin gehört der Phosphorit (Eupyrchroit) von Crown Point, New-York, welcher graue traubige Concretionen mit faserigem Gefüge bildet. Er enthält Chlor- und Fluorcalcium, Wasser und 2,77 pCt. Kalkkarbonat.

Naranjo y Garza und Peñnelas fanden in dem dichten, zum Theil schaligen und faserigen, im Thonschiefer von Logrosan, Estremadura, vorkommenden Phosphorit Fluor, Chlor, Eisen, Kieselsäure und Thon, aber kein Kalkkarbonat.[5])

Der Apatit der jüngeren Eruptivgesteine (Trachyt, Dolerit, Basalt u. s. w.) wird ausgelaugt und mehr oder minder mit den Verwitterungsprodukten des Gesteins gemengt in oder auf dem Gestein (auch in den Zwischenräumen der Basaltsäulen) abgesetzt. Fast immer enthält dieser „Osteolith", der bald erdig und weiss ist, bald im Mikroskop deutlich krystallisirt erscheint,[6]) Kalkkarbonat und Wasser; gewöhnlich ist er frei vom Chlor und Fluor, geringe Mengen Jod[7]) sind beobachtet.

Church fand im Osteolith von Eichen, Wetterau, 87,25 pCt. Kalkphosphat, 4,92 $Ca\,Fl^2$ und 2,84 pCt. Wasser,[8]) etwa 5 $(3\,Ca\,O\,P^2\,O^5) + Ca\,Fl^2 + Ca\,O\,C\,O^2$, abgesehen vom Wasser. Ist $Ca\,O\,C\,O^2$ zugeführt, so sind aus 2 Apatit ein Molecül Kalkphosphat und ein Molecül $Ca\,Fl^2$ entfernt. Unreinere Osteolithe anderer Fundorte enthalten neben 75—80 pCt. Kalkphosphat noch Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Alkali. In Drusenräumen des derben, feinkörnigen, weissen, fluor- und chlorfreien, aber kohlensäurehaltigen Phosphorites vom Schwarzerdenkopf bei Honnef kommen wasserhelle Apatite vor, sechsseitige Säulen mit grader Endfläche; sie wurden nicht analysirt.[9])

Aus den Apatit enthaltenden Schalsteinen und den Phosphorsäure und Fluor enthaltenden Stringocephalenkalken der Lahn- und Dillgegend wird Staffelit

[1]) Rammelsberg fand in diesem sogenannten Pseudoapatit kein Chlor. Neben etwa 88 pCt. Kalkphosphat ist etwas Magnesia und Eisenoxyd vorhanden. Fluor, Wasser und Kohlensäure, aus dem Verlust bestimmt, machen 4 pCt. aus. Er ist nach Blum Pseudom. III. 39. stets innen zellig oder porös. Nach Scheerer (Pogg. Ann. 92. 618. 1854) ist Pseudoapatit Pseudomorphose von Apatit nach Grünbleierz. — [2]) Jahrb. Miner. 1863. 99. — [3]) Berzelius. Jahresber. f. 1844. 388. u. Jahrb. Miner. 1844. 720. Woraus das Unlösliche besteht, ist nicht angegeben. — [4]) Dana. Miner. 532. - [5]) Bull. géol. (2). 17. 161. 1860. — [6]) Nach Nauck in Redwitz. Zs. geol. Ges. 2. 39. 1850. — [7]) Jod in Redwitz, Fuchsmühl; Ostheim; Calvarienberg bei Fulda. Sandberger. Jahrb. Miner. 1867. 833. Schon von A. Vogel jn. (J. Miner. 1858. 822) in Fuchsmühl beobachtet. — [8]) Will. Jahresber. Chem. f. 1867. 1002. -- [9]) von Dechen. Siebengebirge. 1861. 214.

ausgelaugt. So nannte man nach einem Hauptvorkommen bei Staffel die reinen, beinahe farblosen oder grünen chromhaltigen, traubigen Aggregate, welche den unreineren, mehr Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd enthaltenden, dichten und erdigen Varietäten aufsitzen. Nach Abzug der Beimengungen besteht Staffelit, der etwas Chlor und Jod enthält, aus $3 (3 CaO P^2 O^5) + Ca Fl^2 + Ca O C O^2 + aq$, nach der Analyse von Petersen.[1] Sandberger bemerkt, dass die weissen und grünen krystallisirten Staffelite erst beim Erwärmen Kohlensäure entwickeln, das Wasser erst bei hoher Temperatur nach dem Decrepitiren abgeben und stets Jod enthalten, so dass Wasser und Kohlensäure chemisch gebunden sind. Uebergänge in den isomorphen, stets jodfreien Apatit kommen nicht vor.[2]

Streng[3] fand in farblosen Staffelitkrystallen 3,71 pCt. $C O^2$ = 8,43 pCt. $Ca O C O^2$, Kosmann[4] in durchsichtigen, hellgrünen und weingelben, chlorfreien Krystallen von Offheim bei Staffel, welche grünen Inkrustationen aufsassen, $5 (3 Ca O P^2 O^5) + 2 Ca Fl^2$; normaler Apatit sind sie demnach nicht.

Maskelyne und Flight wiesen in dem Francolit von Wheal France bei Tavistock Kalkkarbonat nach, das sich auch im Francolit von Fowey Consols und an einem dritten Fundort in Cornwall findet. Das Mittel der Analyse ergibt 5,10 pCt. $Ca O C O^2$; 1,59 pCt. Wasser neben $\ddot{F}e$, $\ddot{M}n$, $Na^2 O$ und demnach für das chlorfreie Mineral die Formel $5 (3 Ca O P^2 O^5) + 2 Ca Fl^2 + Ca O C O^2$. Die verwirrt durchkreuzten Krystalle sitzen auf Quarz und Chlorit.[5] Wird in 2 Fluorapatit 1 Kalkphosphat durch ein Kalkkarbonat ersetzt, so entsteht obige Zusammensetzung. Ob nicht die Krystalle von Offheim ebenso zusammengesetzt sind?

In Spalten eines braunen thonigen Schiefers bei St. Girons, Ariège, fand Damour milchweisse, warzenförmige, aus $3 (3 Ca O P^2 O^5) + Ca Fl^2 + 3 aq$ bestehende Concretionen von Hydroapatit, welche 0,48 pCt. Eisenoxydphosphat enthalten.[6]

Es kommt also bei Apatit vor: einfache Wasseraufnahme, Hydroapatit; Aufnahme von Kalkkarbonat und Wasser, Staffelit; theilweiser Ersatz von Kalkphosphat durch Kalkkarbonat, Francolit.

4. Verwitterung von Quarz und Kieselsäure.

Corrodirte Quarze, Krystalle, deren Flächen durch Verwitterung angegriffen sind, kommen nicht selten vor. Brezina erwähnt sie vom Gipfel des Hochnarr, Rauris, und von Kals. In den wasserhellen Krystallen vom Hochnarr erscheinen die Dihexaëder spitz und sämmtliche Kanten wie durch Lösungsmittel angegriffen, theils einfach abgerundet, theils durch Bündel paralleler Rinnen ersetzt.[7] Auch von Collo di Palombaja, Elba; von Brasilien; von Przibram;[8] von Ul-

[1]) Jahrb. Miner. 1867. 101. — [2]) Jahrb. d. Nassauischen Vereins f. Naturkunde. XXI. XXII. 473. — [3]) Jahrb. Miner. 1870. 431. — [4]) Zs. geol. Ges. 21. 797. 1869. — [5]) J. chem. soc. 1871. Januar. — [6]) Ann. min. (5) 10. 65. 1856. — [7]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 61. — [8]) Reuss. Wien. Akad. Ber. 22. 189. 1857. Schwarzgraue grosse Krystalle, bedeckt mit Sammteisenerz.

richen, Oberwallis,[1]) und von anderen Orten werden corrodirte Quarze erwähnt. Nach G. Rose zeigen in Beresowsk die in Bleiglanz eingewachsenen Quarze abgerundete Kanten und Ecken und ein Ansehen wie Steinsalzwürfel, welche einige Zeit im Wasser gelegen haben. Er leitet diese Beschaffenheit von dem Widerstand her, den der Quarz durch den bedeckenden Bleiglanz erlitten hat, und erwähnt, dass Quarze, auf denen Rothbleierz sitzt, ein gleiches Ansehen zeigen.[2]) Man darf in beiden Fällen eher an Corrosion denken.

Ueber die Umänderung in amorphe Kieselsäure s. bei Paramorphosen.

Feuerstein, meist durch Kohle oder organische Substanz dunkelgefärbter, etwas Wasser haltiger Quarz, wird durch Oxydation des Farbstoffes an der Luft hellfarbig. Rammelsberg fand in einem Feuerstein von Rügen (sp. G. = $2{,}_{63}$) bis $1{,}_{4}$ pCt. Wasser; nach 5maligem Kochen mit Kalilauge blieben $23{,}_{6}$ pCt., von einem anderen Feuerstein (sp. G. bis $2{,}_{614}$) nach zweimaligem Kochen mit Kalilauge nur $6{,}_{6}$ pCt. übrig. Feuerstein aus dem Kieslager des Westberges bei Hamm untersuchte von der Marck.[3]) Die weiche, weisse, abfärbende Rinde (sp. G. $2{,}_{3596}$) a und der schwarze feste Kern b (sp. G. $2{,}_{5929}$) ergaben:

	a	b	c	d
Kieselsäure	$88{,}_{63}$	$97{,}_{01}$	$2{,}_{11}$	$97{,}_{71}$
Thonerde	—	$0{,}_{76}$ (Thonerde + Eisenoxyd)	—	—
Eisenoxyd	$0{,}_{74}$		$7{,}_{80}$	—
Kalk	$0{,}_{90}$	$0{,}_{66}$	—	$1{,}_{00}$
Kali	$0{,}_{12}$	$0{,}_{50}$ (Kali + Natron)	Spur	$0{,}_{10}$
Natron	—		—	—
Kalkphosphat	$0{,}_{09}$	—	$0{,}_{91}$	—
Wasser u. organ. Subst.	$1{,}_{08}$	$1{,}_{16}$	—	$1{,}_{19}$
kohlens. Kalk	$8{,}_{26}$	—	$86{,}_{86}$	—
„ Magnesia	$0{,}_{18}$	—	$1{,}_{97}$	—
	$100{,}_{00}$	$100{,}_{09}$	$99{,}_{65}$	$100{,}_{00}$

Unter c ist die Zusammensetzung des in Salzsäure löslichen Antheils von a ($9{,}_{5}$ pCt.) und unter d die des in Salzsäure Unlöslichen ($90{,}_{5}$ pCt.) angegeben.

Wie man sieht, besteht die Rinde (a) wesentlich aus einem Gemenge von Kieselsäure (d) mit Karbonaten von Kalk und Magnesia (c); der Kern (b) ist fast reine Kieselsäure.

K. Frisch[4]) fand im schwarzen Kern eines Feuersteins von Rügen b und im weissen Ueberzuge a

	b	a
Kieselsäure	$99{,}_{18}$	$97{,}_{91}$
Thonerde und Eisenoxyd	$0{,}_{54}$	$1{,}_{28}$
Alkali (Natron, Kali Spur)	$0{,}_{28}$	$0{,}_{66}$

[1]) Rauchquarz, besonders auf den Rhomboëderflächen corrodirt. Groth. — [2]) Reise nach dem Ural. I. 203. 204. — [3]) Verhandl. d. naturhist. Vereins d. pr. Rheinlande und Westphalens. 10. 390. 1853. Es sind dort noch mehrere Analysen angeführt. Vergl. auch Friedel Compt. rend. 81. 979. 1875. Achate von Uruguay waren unter Verlust von $26{,}_{4}$ pCt. ihres Gewichtes in weisse, erdige, wasserfreie, in Alkalien lösliche Kieselsäure umgewandelt (s. auch S. 5). — [4]) J. pr. Chem. 102. 128. 1867.

In der Rinde hat Thonerde, Eisenoxyd und Natron zugenommen, die Kieselsäure abgenommen. Der Gehalt an organischer Substanz ist nicht angegeben.

E. Marchand fand den Feuerstein im rothen, die Kreide im Pays de Caux (Seine inférieure) bedeckenden Thon, unter Erhaltung der Form, weiss, pulverig und zerreiblich geworden, (caillou pourri). Er hatte 10 bis 15 pCt. Kalkkarbonat aufgenommen; die Veränderung beginnt von aussen und lässt bisweilen den Kern noch unberührt.[1])

A. Petzholdt[2]) fand in Hornsteinknollen aus silurischem Dolomit (c) von Addafer, Livland, a Rinde, b Kern.

	a	b	c	d	e
Kieselsäure	81,13	98,83	4,69	97,55	2,31
Thonerde und Eisenoxyd	Spur	s. Kalk	4,92	2,08	3,38
Magnesiakarbonat	7,84	—	49,01	0,54	94,31
Kalkkarbonat	11,01	1,17	41,34	s. Äl	
	99,98	100,00	99,96	100,17	100,00

Weisse poröse kieselige Substanz im Dolomit, welche keine scharfe Begrenzung zeigt, enthält d, Dolomit in unmittelbarer Berührung mit den Hornsteinknollen e.

Hornstein von Neklo aus Muschelkalk, Oberschlesien, enthielt nach Duflos[3]) im dichten Innern a, in der weissen zerreiblichen Rinde b.

	a	b
$Si O^2$	90,77	89,12
$\dddot{A}l$	6,85	2,13
$\dddot{F}e$	0,91	0,94
Mg O	0,55	0,78
Ca O	0,63	4,26
		CO^2 2,51
	99,71	99,74

Veränderung des Tridymites.

Des Cloizeaux[4]) fand den Tridymit des Montdor verändert, weiss und zum Theil zerstört in Folge der Einwirkung von Atmosphärilien.

Verwitterung des Opaljaspis.

Der durch Auslaugung der Gesteine entstandene gelbe und braune Opaljaspis der rheinischen Trachyte erhält durch Verwitterung eine hellgelbe, beinahe weisse Rinde, in welcher der Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde zunimmt, der Gehalt an Kieselsäure abnimmt.

In gelbbraunem Opaljaspis (a) aus dem Trachyte der Rosenau und der weisslichen Verwitterungsrinde (b), in frischem leberbraunem Opaljaspis (c) aus Trachyt des Stenzelbergs und gelbweissem erdigem (d) fand von der Mark:

[1]) Ann. chim. phys. (5) I. 392. 1874. Der Name Passyit ist, wie schon Delesse (Revue de géol. 12. 198) bemerkt, überflüssig. — [2]) Silifikation organischer Körper. Halle. 1853. 20. — [3]) Eck. Ueber die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalks in Oberschlesien. 1865. 47. — [4]) Jahrb. Min. 1878. 45.

	a.	b.	c.	d.
$Si O^2$	97,26	94,53	93,58	91,44
$\dddot{Al}$	0,15	0,29	0,33	0,89
$\dddot{Fe}$	2,28	5,00	5,92	7,06
Mg O	0,19	0,18	0,17	0,34
$K^2 O$	0,12	?	Spur	0,27
	100,00	100,00	100,00	100,00
Glühverlust	5,61 pCt.	5,08	5,67	7,02
sp. G.	2,091	2,063	2,099	2,049

Der Glühverlust besteht aus Wasser und zersetzter organischer Substanz. Beim Glühen wird die braune Masse braunroth, die hellgelbe Rinde röthlichgelb; aus der Rinde lässt sich mit Salzsäure alles Eisenoxyd, aus dem Inneren nur der grösste Theil desselben ausziehen.[1])

Bräunlichschwarzen Opal mit weisser erdiger Verwitterungsrinde führt v. Vivenot[2]) von Erdöhorvathi. Sárospatak W., Ungarn, an.

5. Einfache Verwitterung der Oxyde und Oxydhydrate des Eisens, des Titaneisens, des Rothzinkerzes und Brucites.

Umänderungen von Eisenglanz und Rotheisen.

Eisenglanz ($\dddot{Fe}$) ändert sich durch Aufnahme von Wasser zu Oxydhydrat um, welches daher häufig die Krystalle und Massen von Eisenglanz überzieht und endlich sie ersetzt, so dass Pseudomorphosen in Brauneisen entstehen. In den Mandelsteinen von Oberstein fand Blum die verschiedenen Stadien der Verwitterung neben einander.[3]) Auf Elba ist diese Verwitterung eine häufige Erscheinung.[4]) Sillem erwähnt sie von dort und von Altenberg, Sachsen.[5])

Wird Kohlensäure aufgenommen, so entsteht Eisenoxydulkarbonat.[6])

Eisenglanz und Eisenglimmer kann sich auch durch Abgabe von Sauerstoff ohne Wasseraufnahme in Magneteisen umwandeln. $Fe^6 O^9 - O = 2 Fe^3 O^4$.

Breithaupt beobachtete diese Umwandlung unter Erhaltung der Krystallform des Eisenglanzes in Grube Reicher Trost bei Reichenstein und auf dem Blende-Kieslager am Frauenberge bei Ehrenfriedersdorf (Eisenmohr), auf der Kiesgrube Gewerkenhoffnung bei Johanngeorgenstadt.[7]) G. vom Rath fand den Eisenglanz der Grube Vallone auf Elba in schuppiges, nicht dichtes und nicht körniges Magneteisen umgewandelt und erkannte in einzelnen Drusen noch die Formen des ursprünglichen Eisenglanzes.[8])

[1]) von Dechen. Geognost. Führer in das Siebengebirge 123. Daselbst auch andere ähnliche Analysen von Bischof (Chem. Geol. II. 840) und Schnabel. Vergl. Behrens. Mikroskopische Untersuchung der Opale in Wien. Akad. Ber. I. 64. 555. 1871. Quarz ist danach in den Opalen häufig. — [2]) J. Reichsanst. 19. 607. 1869. — [3]) Pseudom. I. 18. — [4]) Kranz. Karsten und v. Dechen. Archiv. 15. 411. 1841. Blum. Pseudom. 35. und III. 29. — [5]) Blum. Pseudom. II. 17. = Jahrb. Min. 1851. 401 und 1852. 530. — [6]) Haidinger. Jahrb. Miner. 1847. 72. aus Abhandl. Böhm. Ges. d. Wissensch. — [7]) Jahrb. Miner. 1854. 68. = Blum. Pseudom. III. 19. — [8]) Zs. geol. Ges. 22. 719. 1870.

Grattarola fand am Cap Calamita, Elba, Eisenglanzkrystalle aussen und innen ganz aus kleinsten Magnetitkrystallen bestehend;[1] vom Rath (l. c. 726) hohle Tafeln, an der Oberfläche aus dichtgedrängten Magneteisenoktaedern bestehend und innen mit Brauneisen erfüllt, nahe der Cava delle Francesche, Elba.

Peters sah derben, äusserst feinkörnigen, im Grossen blättrigen Magnetit in Rezbanya aus Hämatit hervorgehen.[2] Im Theresia - Tagebau von Moravicza, Banat, kommen nach v. Zepharovich nicht unansehnliche Partien Magneteisen vor, die ihre Entstehung aus Eisenglanz mehr oder weniger deutlich kundgeben.[3] Magneteisen nach Eisenglimmer beschreibt Döll von Waldenstein, Kärnthen.[4]

Nach Volger findet sich in Siegen Eisenglanz in Magneteisen umgewandelt. Nach ihm wurde dort Kalkspath in Eisenspath umgewandelt, dieser lieferte Rotheisen und daraus Eisenglanz, und dieser das Magneteisen.[5]

Die kieseligen Rotheisensteine der Schalsteine der Lahn- und Dillgegend wandeln sich in Magneteisen um. Den dichten, derben, bräunlichschwarzen Magnetit der Grube Stilling bei Nanzenbach, der auf diese Weise entstand, fand Petersen zusammengesetzt aus 64,56 pCt. FeO^3, 21,98 FeO; 0,50 MnO, ZnO, NiO, CoO; 0,71 MgO; 6,30 SiO^2; 5,35 Wasser; CrO^3 und TiO^2 Spur = 99,40. Das bräunlich grauschwarze Pulver zeigt hier, wie in ähnlichen Fällen, das Vorhandensein von Brauneisen an.[6]

Umänderung der Eisenoxydhydrate.

Haidinger fand in Lostwithiel, Cornwall, Krystalle von Nadeleisen ($FeO^3 + aq$) unter Erhaltung der Winkel in Rotheisen umgewandelt. Nach Rammelsberg's Analyse ist das neu entstandene Mineral wasserfrei. Dass nicht Erhitzung die Wasserabgabe bewirkt hatte, zeigten kleine nierenförmige Partien von Brauneisen.[7] Faserigen Pyrrhosiderit fand Reuss an der oberen Hälfte in dichten, etwas ockerigen Rotheisenstein umgewandelt in Przibram. Bisweilen verschwindet die Faserstruktur ganz und entsteht ockriges Rotheisen, oder zwischen die Fasern des Pyrrhosiderites schiebt sich rother zerreiblicher Eisenocker ein.[8]

Durch zahlreiche Beobachtungen bewies Haidinger, dass brauner Glaskopf (Eisenoxydhydrat) sich in rothen Glaskopf (Eisenoxyd) umändere, dass selbst Eisenglanz in den Räumen entstehe, deren Form von der ursprünglichen Bildung des braunen Glaskopfes abhange; endlich wird auch Spatheisen gebildet.

Hämatit nach Limonit führt Sillem an von Siebenhitze bei Hof, Fischbach bei Ilfeld, Kuhloch bei Andreasberg; Kupfergang bei Hohegais.[9]

Nach Laube bildete sich auf Göthit, welcher der abwechselnden Wirkung der Atmosphäre ausgesetzt war, Wad.[10]

Manganoxyde s. bei Manganspath.

[1]) Bull. geol. d'Italia 7. 338. 1876. — [2]) Wiener Akad. Ber. 44. 119. 1861. — [3]) Jahresber. des Vereins Lotos in Prag 1877. — [4]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1876. 44. — [5]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Miner. 1854. 233. — [6]) Jahrb. Miner. 1872. 593. — [7]) Jahrb. Miner. 1847. 65. Pogg. Ann. 68. 479. 1846. Blum. Pseudom. I. 102. — [8]) Ber. Wien. Akad. 22. 182. 1857. — [9]) Jahrb. Miner. 1852. 529. vergl. 1851. 387. — [10]) Jahrb. Min. 1872. 514.

Umänderung von Magneteisen ($Fe\,O + \dddot{F}e$)

Durch Sauerstoffaufnahme verwittert Magneteisen zu Eisenglanz oder Rotheisenerz; 100 $Fe^3\,O^4$ liefern $103_{,45}$ $\dddot{F}e$. Anfangs entsteht ein Ueberzug, zuletzt ist die Umwandlung vollständig. Diese Verwitterung kommt bei Krystallen und bei dichtem Magneteisen vor. War der Krystall blättrig, so ist es der verwitterte Krystall auch, der Magnetismus geht verloren, der Strich wird roth. Entgehen kleine Partien der Veränderung, so liefert die Analyse des umgeänderten Magneteisens etwas Eisenoxydul; so bei dem Martit aus Brasilien (sp. G. $5_{,155}$, geringer als das des Eisenglanzes), der noch die Blätterdurchgänge des Oktaëders zeigt, und dem Martit von Monroe, New-York (sp. G. $5_{,33}$).

Bisweilen tritt die Verwitterung nur an den Rissen und Blätterdurchgängen ein, bisweilen sind die verwitterten Krystalle innen hohl.

Fand bei der Oxydation zugleich Wasseraufnahme statt, so entsteht Brauneisen; diese Erscheinung kommt vor bei Krystallen und bei Lagern. Die Mengung von Magneteisen und Brauneisen erklärt sich durch die nicht vollständige Verwitterung.

Verwitterung zu Eisenglanz und Rotheisen, zum Theil unter Erhaltung der Form, so dass Pseudomorphosen entstehen (Martit), kommt vor bei Magneteisen der alpinen und brasilischen Chlorit- und Talkschiefer; auf der jungen Sinterzeche, Siegen (zum Theil innen hohl); Schmiedeberg, Schlesien; Christdorf bei Hof, Oestr. Schlesien; Schönberg und Sternberg, Mähren; Hochberg bei Schiltach, Schwarzwald; Kalinowskoi bei Beresowsk u. s. w. Martit wird angeführt von S. Joao d'Ypanema, Gaspar Suarez, Ouropreto, Antonio de Pereira u. s. w. Brasilien; auf Brauneisen in Miechowitz, Oberschlesien; von Berggieshübel (Martit = sp. G. $5_{,022}$ Breithaupt) und vom Schwarzadler Stollen bei Rittersgrün; Framont; Persberg;[1]) Krageroe;[2]) Marquette Co., S. vom Lake superior; Chittenden, Vermont; Basslake, Canada West; Monroe, New-York; St. Mary's Bay, Neuschottland, nach How.[4]) Nach Jokely entstand das Rotheisen von Hochofen und Bäringen bei Neudeck, Böhmen, wahrscheinlich aus Magneteisen.[5]) Die mikroskopische Untersuchung von Martiten verschiedener Fundorte liefert nach E. Geinitz[6]) keine Entscheidung darüber, ob Martit durch Oxydation aus Magnetit entsteht, oder ob Eisenoxyd dimorph ist, wie von mancher Seite angenommen wird. Dana und Rosenbusch sprechen sich für das Erstere aus.

Verwitterung zu Brauneisen kommt vor z. B. in Prockersdorf und Gobitschau, Mähren;[3]) Heudorf, Grafschaft Glatz; Dannemora; Allochetthal am Monzoni[7]) — u. s. w. Mikroskopische Pseudomorphosen fand v. Lasaulx in den Doleritbasaltlaven des Chuquet Couleyre, Auvergne.[8])

[1]) G. Rose. Zs. geol. Ges. 16. 180. 1864 und Reise nach dem Ural; Blum. Pseudom. und Jahrb. Miner. 1865. 258. u. fg.; Eck. Martit aus Miechowitz. Zs. geol. Ges. 21. 256. 18·9; Rosenbusch. Mineral. Notizen aus Südbrasilien 1870; Dana. Miner. 143. — [2]) Weibye. Karsten und v. Dechen Archiv. 22. 517. 1848. — [3]) Glocker. Pogg. Ann. 96. 264. 1855 und Jahrb. Miner. 1857. 65. — [4]) How. Phil. mag. (5) 1. 137. 1876. — [5]) Jokely. Jahrb. Reichsanst. 8. 64. 65. 1857. — [6]) E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 496. — [7]) Dölter in Tschermak. Min. Mitth. 1877. 78. — [8]) Jahrb. Miner. 1870. 695.

Verwitterung des Titaneisens.

Während manche Titaneisen der Verwitterung grossen Widerstand leisten, so dass sie allein nach Zerstörung der Gebirgsart übrig bleiben, unterliegen ihr andere. Die Veränderung besteht, wie es scheint, in Oxydation des Eisenoxyduls zu Eisenoxyd, so dass Bräunung durch Brauneisen eintritt oder in Fortführung des Eisens, so dass Titansäure übrig bleibt.

Nach Senfter sieht man in Dünnschliffen der Diabase von Weilburg Titaneisen in weisse opake Substanz umgewandelt.[1]) Kibdelophan von Krageroe fand Breithaupt glanzlos, rauh, eisenschüssig, nicht magnetisch, nur aus Eisenoxyd und Titansäure bestehend, ohne Eisenoxydul,[2]) Scheerer dasselbe Mineral in gelblichweisse, matte, glanzlose Titansäure umgeändert,[3]) Weibye Titaneisen von Langoe bei Krageroe matt, undurchsichtig, lichtbräunlich grau, etwa von Kalkspathhärte und wahrscheinlich fast ganz aus Titansäure bestehend.[4])

Gümbel nennt das weisse oder gelbliche, selbst in dünnsten Schliffen undurchsichtige Mineral, welches die Titaneisen begleitet, Leukoxen[5], und hält es für primär, gegen welche Ansicht auch Rosenbusch sich ausspricht. Er fand den Leukoxen doppeltbrechend und stellt ihn nach der Spaltbarkeit morphologisch zum Anatas. „Wo Leukoxen für sich erscheint, stellt er die denkbar vollkommensten Pseudomorphosen nach Titaneisen und titanhaltigem Magneteisen dar“.[6])

Nach Fouqué und Michel-Levy ist die doppeltbrechende Substanz um das Titaneisen der Ophite ein Ueberzug von Sphen.[7]) Die Zufuhr von Kalk würde einer complicirten Verwitterung entsprechen.

Umwandlung von Rothzinkerz (Zn O).

An der Luft überzieht sich Rothzinkerz mit Zinkspath, der in Mine Hill, New Jersey, pulverförmig auftritt.[8])

Verwitterung von Brucit (Mg O + aq).

Brucit wird an der Luft weiss, pulverig und nimmt Kohlensäure auf. Brucit von Hoboken wandelt sich zu erdigem Hydromagnesit (4 Mg O + 3 C O^2 + 4 aq) um. In Wood's Mine bei Texas, Pennsylvanien, finden sich Pseudomorphosen von Hydromagnesit nach Brucit.[9])

Umwandlungen von Manganosit in Manganit s. S. 81, Pyrochroit s. S. 87; Kupferlasur in Malachit, Vivianit in Beraunit, Spinell in Houghit und Völknerit, Korund in Diaspor und Gibbsit, Rothkupfererz in Gediegen-Kupfer, Melakonit,

[1]) Jahrb. Miner. 1872. 680. vergl. Zirkel. Mikroskop. Beschaffenheit der Miner. 1873. 409; Dathe. Zs. geol. Ges. 26. 27. 1874; Kalkowsky. Tschermak. Miner. Mitth. 1876. 101; E. Gleinitz ib. 196. — [2]) Berg- und Hüttenmänn. Zeit. 22. 107. 1863. Sp. G. 4,399. — [3]) ib. 6. 670. 1852. — [4]) Jahrb. Miner. 1849. 778. — [5]) Die paläolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874. 29. — [6]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gesteine. 1877. 336. — [7]) Bull. géol. (3) 6. 164. 1878. — [8]) Dana. Miner. 136 und 693. — [9]) Dana. Miner. 177. 708 und Des Cloizeaux Minér. II. 176. Vergl. auch Hessenberg. Min. Notizen. 8. 45. 1868.

Lasur und Malachit, Uranpecherz in Gummierz u. s. w., Valentinit in Antimon s. bei complicirter Verwitterung; Arsenkies in Skorodit s. bei Arseniden; einfache Verwitterung von Metallen s. bei Metallen.

6. Verwitterung der Sulfuride.

Die meisten Metallsulfuride, alle diejenigen, deren Oxyde starke Verwandtschaft zu Schwefelsäure haben, liefern durch Oxydation Sulfate ($M^m S^n + O = M^m O^n + x\,S\,O^3$), welche mit seltenen Ausnahmen wasserhaltig auftreten und als meist leicht löslich entweder in Lösung fortgeführt oder durch complicirte Verwitterung weiter verändert werden. Nach dem Eisenvitriol hat man die schwefelsauren Metalloxyde ganz allgemein Vitriole genannt und die Verwitterung zu Sulfaten Vitriolisiren.

Pseudomorphosen in Vitriol sind nicht häufig; meist wird die Form des ursprünglichen Minerals zerstört. Die hierher gehörigen Paramorphosen sind mit den sonstigen Paramorphosen zusammen weiter unten aufgeführt.

Verwitterung von Schwefelkies, Markasit, Magnetkies.

Diese Eisensulfuride geben bei der Verwitterung schwefelsaures Eisenoxydul, das durch weitere Oxydation schwefelsaure Eisenoxyde liefert. Nach den Untersuchungen von Muck[1]) sind die Niederschläge und die Lösungen, welche an der Luft aus Eisenvitriollösungen sich bilden, also die Producte dieses Oxydationsprocesses, je nach der stetig sich ändernden Beschaffenheit der Lösung verschieden, so dass der Process nicht durch einfache Ausdrücke erklärt werden kann.

Eisenvitriol (Melanterit, $Fe\,O\,S\,O^3 + 7\,aq$) tritt gewöhnlich monoklinisch, selten rhombisch als Tauriscit (Windgälle, Uri, nach Volger)[2]) auf. Eisenvitriol giebt in trockner Luft Wasser ab, wird matt und weiss. Die in der Natur vorkommenden neutralen und basischen schwefelsauren Eisenoxyde, zum Theil gemengt mit Eisenoxydulsulfat, sind zum Theil Niederschläge, zum Theil eingedunstete Mutterlaugen; dahin gehören Coquimbit, Copiapit, Misy, Tektizit, Fibroferrit (= Stypticit und Pastreit). Raimondit, Karphosiderit, Apatelit, Vitriolocker (= Glockerit), Bourboulit, Blakeit,[3]) Ihleit.[4]) Diese Bildungen treten auf als Krystalle, Ueberzüge, feinkörnige, traubige, faserige, feinblättrige und stalaktitische Massen. Nach ihrer Entstehung enthalten sie oft fremde Substanz eingemengt, namentlich Sulfate wie von $Mn\,O$, $Zn\,O$, $Mg\,O$, $K^2\,O$ u. s. w. (s. auch complicirte Verwitterung bei Eisenkies).

Da Schwefelkies und Markasit auf 1 Atom Eisen 2 Atome Schwefel enthalten, so übt die aus dem zweiten Atom entstandene Schwefelsäure entweder Wirkung auf die Umgebung aus und liefert Sulfate, die sich mit den Eisen-

[1]) J. pr. Chem. 99. 103. 1866. — [2]) Jahrb. Miner. 1855. 132. — [3]) Nach Frenzel (Jahrb. Miner. 1875. 685) findet sich auf Weisse Rose-Gang bei Eleonore Erbstollen zu Langenstriegis in Klüften des Schwerspaths ein gelbes Eisensulfat von der Formel $2\,Fe\,O^3 + 5\,S\,O^3 + 30$ aq. — [4]) Schrauf. Jhb. Miner. 1877. 253.

sulfaten verbinden oder als selbstständige Sulfate auftreten (s. complicirte Verwitterung), oder sie findet sich frei in Lösungen und Quellen, wenn sie nämlich nicht Gelegenheit fand, sich mit Basen zu verbinden. Der letztere Fall ist der bei weitem seltnere.

How[1]) fand in einem Quellwasser des Eisenkiese enthaltenden Kohlenfeldes von Stellarton, Neuschottland, neben Sulfaten von Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul (Kieselsäure und Chloriden von Kalium und Natrium) im Liter 0,006 g freie Schwefelsäure. Cotton[2]) berichtet von Quellen in Tenessee, welche, aus kiesreichem Terrain entspringend, so viel freie Schwefelsäure enthalten, dass die in der Nähe wachsenden Pflanzen in der trocknen Jahreszeit durch Concentration der Säure theilweise verkohlt werden (s. bei Quellen).

Umänderung des Kieses in Brauneisen,[3]) das im Innern meist dicht, zuweilen porös erscheint, ist eine gewöhnliche Erscheinung, ebenso die in Göthit, wobei sich zuweilen ein Ueberzug von Rotheisen findet. Viel sparsamer kommt die Umwandlung in Rotheisen, das wohl erst aus Brauneisen entstand, und in Eisenglanz vor. Wegnahme der Schwefelsäure durch Karbonate, welche als feste Substanz und als Bikarbonatlösung dieselbe Wirkung üben, spielt bei allen diesen Verwitterungen eine Rolle, so dass die Umwandlung in Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd, streng genommen, der complicirten Verwitterung angehört. Die in Gypsen vorkommende Verwitterung der Kiese zu Brauneisen ist wohl auf die Mitwirkung von Karbonaten zurückzuführen.

Die Verwitterung des Kieses beginnt an der Oberfläche mit Mattwerden und Bräunung der vorher glänzenden Flächen; nicht selten ist im Innern der aussen verwitterten Krystalle und derben Massen noch frischer Eisenkies vorhanden. Bisweilen bewahrt das so entstandene Brauneisen noch die Blätterdurchgänge und die Streifung des Eisenkieses, und oft enthält es noch Reste von Schwefelsäure.[4]) Ludwig fand in den aus Eisenkies entstandenen Eisenoxydhydraten (der russischen Productuskalke) 4,4 — 5,6 pCt. Schwefelsäure. Schwefelkieslager sind oft mit einem „eisernen Hut“ von Brauneisenstein bedeckt[5]) oder ganz in Brauneisenstein umgewandelt.

Manchmal bildet sich, wie es scheint, zuerst Göthit, der durch Wasseraufnahme in Brauneisen übergeht, manchmal zuerst Brauneisen, das sich durch Wasserabgabe in Göthit umsetzt. Die zu Rotheisen umgeänderten Krystalle können durch Wasseraufnahme einen Ueberzug von Brauneisen erhalten. Diese Erklärung scheint die wahrscheinlichere für die Fälle, wo der verwitterte Krystall innen aus Rotheisen, aussen aus Brauneisen besteht, wie Sillem[6]) von Schmalkalden anführt. Die Verwitterung zu Roth- und Brauneisen kommt dort und bei Beresowsk neben einander vor. Es können liefern 100 FeS^2 66,66 $\dddot{F}e$ und 89,25 Brauneisen.

[1]) Al. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1870. 1391. — [2]) Berzelius. Jahresber. f. 1830. 207. Schwefelwasserstoffhaltige Quellen enthalten bisweilen durch Oxydation des Gases entstandene freie Schwefelsäure, s. bei Quellen. — [3]) Fundorte z. B. bei Blum. Pseudom. 191; Charpentier. Essai sur la constitution géognostique des Pyrenées. 1823. 228. bei Portet u. s. w. — [4]) Bischof. Chem. Geologie. 3. 895. — [5]) F. Roemer. Jahrb. Miner. 1873. 261. Sierra Morena, Spanien; Gümbel, Bodenmais u. s. w. — [6]) Blum. Pseudom. II. 74. aus Jahrb. Miner. 1851. 390.

Die Pseudomorphosen von Hämatit nach Pyrit bei S. Joao d' Ypanema Brasilien, fand Rosenbusch innen hohl und nur zum kleinen Theil mit einem zelligen Gewebe von Brauneisenocker erfüllt. Er nimmt an, dass der Hämatit aus Brauneisen entstand. Nach Volger[1]) „oxydirt sich in dem durch Wasserabgabe in trockner Luft wasserfrei gewordenen Eisensulfat das Eisenoxydul höher auf Kosten der Schwefelsäure und entzieht, während die schwefelige Säure als Gas entweicht, dem noch unzerstörten Vitriol selber Wasser, um sich so in Xanthosiderit zu verwandeln".

Wo in einzelnen Fällen, wie in Beresowsk; Ells, Mähren; Burnt Hickory,[2]) Georgia; Bodenmais;[3]) Rippoldsau[4]) Schwefel neben dem aus Eisenkies entstandenen Brauneisen sich findet, ist vielleicht Wasser zerlegt: $2\,FeS^2 + 3\,H^2O = \ddot{\overline{F}}e\,(+\,aq) + 3\,SH^2 + S$. Es lässt sich aber auch eine andere Entstehungsweise des Schwefels denken, nämlich aus dem durch organische Substanzen zu Schwefelcalcium reduzirten Gyps, mag auch der Gyps erst bei dem Process selbst aus Kalkkarbonat entstanden oder später weggeführt sein (s. bei Gyps). Für Ells, wo der nachbarliche Kalk in Gyps umgewandelt ist, erscheint diese Annahme vollständig gerechtfertigt. In der thonigen Gangmasse der oberen Teufen der Grube S. Pedro Alcantara, Argentinien, fand Stelzner neben reichlichem Schwefel Schwefelkiese mit angefressener Oberfläche und Abdrücke von Schwefelkiesen im Thon.[5])

Gmelin[6]) fand, dass bei der Verwitterung des Strahlkieses von Schriesheim zu Vitriol freier Schwefel in gelben Punkten erkennbar blieb und sich durch kochendes Kali ausziehen liess. Stromeyer zeigte, dass bei Auflösung des Magnetkieses in verdünnter Salz- und Schwefelsäure nicht bloss Schwefelwasserstoff sich entwickelt, sondern auch Schwefel als Pulver sich abscheidet.

Noch leichter als Eisenkies verwittern Markasit und Magnetkies zu Eisenvitriol. resp. Brauneisen. Quenstedt[7]) führt aus Magnetkies entstandenen Eisenvitriol an von der Grube Giesshübel bei Bodenmais, Breithaupt[8]) Brauneisen pseudomorph nach Magnetkies vom Sauberge bei Ehrenfriedersdorf, Gümbel seltene Umänderung von Magnetkies in Göthit von Bodenmais,[9]) Döll ockriges Rotheisen nach Magnetkies von Waldenstein, Kärnthen.[10]) Nickelhaltiger Magnetkies (Horbachit) liefert nach A. Knop[11]) bei der Verwitterung Sulfate von Eisen und Nickel, wobei das Nickelsulfuret rascher oxydirt wird als das Eisensulfuret.

Bleibt bei der Verwitterung die Form des Sulfuretes erhalten, so entstehen Pseudomorphosen, von denen die nach Eisenkies in Brauneisen bei weitem die häufigste ist. An den in Brauneisen umgeänderten Eisenkiesen des Keuper-

[1]) Jahrb. Miner. 1855. 158. — [2]) ib. 1867. 447. H. Credner. — [3]) Gümbel. Ostbayerisches Grenzgebirge. 260. — [4]) Sandberger (Renchbäder. 1863. 39) fand in Pseudomorphosen von Brauneisen nach Schwefelkies den Schwefel so angehäuft, dass Brauneisen nur noch die äusserste Hülle ausmachte. — [5]) Tschermak. Min. Mitth. 1873. 245. — [6]) Handb. Chem. IV. Aufl. III. 221. — [7]) Mineralogie. 529. 670. — [8]) H. Will. Jahresber. Chem. für 1863. 849. aus Berg- u. Hüttenw.-Ztg. 1863. 117. — [9]) Ostbayerisches Grenzgeb. 257. — [10]) Verh. geol. Reichsanst. 1876. 45. — [11]) Jahrb. Miner. 1873. 527.

sandsteines vom Schinkel bei Osnabrück konnte C. J. Schultze „beim Zerschlagen (senkrecht auf die Axe) im Innern ein Skelet von Schwefelkieslinien erkennen, das bei einfachen Krystallen (Würfeln) entweder in einer quadratischen Fläche mit kreuzenden Diagonalen besteht oder darin, dass noch ein inneres, von Schwefelkieslinien gebildetes Viereck vorhanden ist, welches einen Brauneisenkern umfasst, dessen Kanten mit jenen des grossen Krystalls durch Schwefelkieslinien verbunden sind".[1]) Zu Brauneisen verwitterte Eisenkieswürfel mit trichterförmigen Flächen sind oft beobachtet.

G. Rose fand die zu Brauneisen verwitterten Schwefelkiese von El Gisan, Südarabien, innen faserig, nicht dicht oder porös wie gewöhnlich. Die Fasern stehen rechtwinklig auf die Oktaëderflächen und stossen in den durch die Axen des Oktaëders gelegten Ebenen zusammen. (Pogg. Ann. 28. 577.)

Pseudomorphosen von Eisenvitriol nach Eisenkies sind in Folge der leichten Löslichkeit und der raschen Oxydation des Eisenvitriols selten. Blum erwähnt eine solche vom Stahlberg bei Moschel, Rheinbaiern. Ein Ueberzug von Brauneisen scheint den Eisenvitriol geschützt zu haben.[2])

Feinblättrigen Eisenglanz, theils zu kugeligen Massen, theils zu Pyritoëdern gruppirt, beides Pseudomorphosen nach Eisenkies, fand vom Rath in Rio, Elba.[3])

Rotheisen nach Eisenkies kommt, wie angeführt, in Beresowsk vor; ferner in Piemont; Platten, Böhmen;[4]) Potzberg bei Kusel und Stahlberg bei Moschel;[5]) in Grauwacke bei Saalfeld; bei Eibenstock und Schwarzenberg; Rokkefeld, Cap der guten Hoffnung; Kerrara, Argyllshire, Schottland.[6]) Im Granatensand von Triblic und Podsedlitz fand Reuss die Schwefelkieshexaëder in Hämatit verwandelt, in dichten Rotheisenstein in den Natrolithdrusen des Phonolithes von Marienberg bei Aussig,[7]) Umänderungen in Hämatit in Ouval, Böhmen. Glocker erwähnt Eisenkieswürfel in dichten Rotheisensteinpseudomorphosen bei Mährisch Trübau;[8]) Frenzel Eisenglanz nach Eisenkies aus Granit von Saupersdorf, Voigtland;[9]) Breithaupt dichtes Rotheisen pseudomorph nach Eisenkies aus den Pyschminskoi - und Preobaschenskoi-Gruben bei Katharinenburg;[10]) Rotheisen nach Schwefelkies Heusser und Claraz aus Minas Geraes;[11]) Grandjean von der Braunkohlengrube Alexandria bei Höhn;[12]) v. Fritsch dichtes Rotheisen pseudomorph nach Eisenkiespentagondodekaëdern vom Lindenberg bei Ilmenau;[13]) Heddle Pyrit in Hämatit von der Insel Hoy, gegenüber Braehough, Hoyhead, Orkney-Inseln;[14]) Groth Pyrit in dichtes Rotheisen von Wolfstein, Pfalz.

In den aus tertiärem Sandstein des Sarbalberges, am linken Wagufer Pistyan, Ungarn, gegenüber, ausgewitterten, äusserlich erdigen oder ockerigen, blut-

[1]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1869. 233. Bei Vlotho schon früher von G. Leonhardt beobachtet. s. Blum. Pseudom. III. 184. Vergl. E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 478. — [2]) Pseudom. 206. — [3]) Zs. geol. Ges. 22. 707. 1870. — [4]) Blum. Pseudom. 187. — [5]) ib. I. 107. — [6]) ib. III. 180. — [7]) Wiener Akad. Ber. 10. 54. 1853. — [8]) Pogg. Ann. 96. 280. 1855. — [9]) Min. Lex. f. Sachsen p. 147. — [10]) Paragenesis 178. — [11]) Zs. geol. Ges. 11. 464. 1859. — [12]) Jahrb. Naturk. Nassau. 7. 223. 1851. — [13]) Zs. geol. Ges. 12. 137. 1860. — [14]) Phil. Mag. (4) 17. 43. 1859.

rothen Knollen fand Madelung innen, oder aussen nach Abwaschung der Rinde, die Krystallform des Eisenkieses oder die Zusammensetzungs- und Bruchflächen der Eisenkiesaggregate erhalten. Die Umwandlung in dichtes Rotheisen ist vollständig.[1])

Oktaëdrisches, im Strich rothes Eisenoxyd von Frassem bei Arlon (mit 0,2 pCt. Schwefel) analysirte Dewalque.[2])

Göthit nach Eisenkies analysirte v. Kobell aus Sachsen; Maryland; Beresowsk; Hermann von Lewaschowka bei Sterlitamak, Orenburg. Von Gümbel aus Bodenmais erwähnt.[3])

Eisenkies in Göthit umgeändert führt G. Rose von Montevideo an,[4]) Sullivan und O'Reilly von der Zinkgrube Puente Arce bei Santander.[5])

Brauneisen pseudomorph nach Strahlkies (Markasit) erwähnt Blum von Feistritz, Oberkrain; Tarnowitz; Kerpen bei Köln; Littmitz, Böhmen;[6]) Hoyhead bei Stromness (Orkney Inseln);[7]) Iberg bei Grund, Lauterberg;[8]) Websky[9]) aus Tarnowitz (Gegend des Schachtes Lazarowka). Nach Heddle findet sich Brauneisen pseudomorph nach Markasit W. von Point Ness bei Stromness, Mainland.[10])

Verwitterung der Metallsulfuride zu Vitriolen.

Aehnlich wie die Eisensulfuride zu Sulfaten[11]) verwittern, liefert Bleiglanz (Pb S) das wasserfreie Vitriolblei (Anglesit) $PbO\,SO^3$; Zinkblende[12]) (Zn S) Zinkvitriol (Goslarit) $ZnO\,SO^3 + 7\,aq$; Schwefelnickel und Schwefelkobalt enthaltende Erze Nickelvitriol (Morenosit) $NiO\,SO^3 + 7\,aq$ und Kobaltvitriol (Bieberit) $CoO\,SO^3 + 7\,aq$; die Kupfersulfuride Kupfervitriol (Chalkanthit) $CuO\,SO^3 + 5\,aq$. Aus dem Nebeneinander der Metallsulfuride und ihrer chemischen Zusammensetzung erklärt sich die Bildung der Vitriole, welche wie der Pisanit ($^3/_7\,FeO\,SO^3 + {}^4/_7\,CuO\,SO^3 + 7\,aq$) aus mehreren Sulfaten bestehen, sowie Einmengung fremder Sulfate in die Vitriole, wie im Eisenvitriol Kupfer- und Nickelvitriol enthalten sein kann. Dasselbe bewirkt der Gehalt fremder Sulfurete: Bleiglanz mit einem Gehalt von Blende, Kupfersulfuriden u. s. w. wird bei der Oxydation in dem Bleisulfat die Einmengung fremder Sulfate nachweisen.

[1]) Verh. geol. Reichsanst. 14. 80. 1864. — [2]) Inst. 1859. 330. Bisweilen als Martit angeführt. — [3]) Ostbayer. Grenzgeb. 252. u. 257. — [4]) Abhandl. Berl. Akad. 1856. 21. — [5]) Delesse et Laugel. Revue de géol. 3. 171. 1865. — [6]) Pseudom. 197. I. 111. — [7]) ib. III. 185. nach Grey u. Lettsom. p. 256. — [8]) ib. II. 74. nach Sillem. Jb. Miner. 1852. 530. — [9]) Zs. geol. Ges. 9. 737. 1857. — [10]) Phil. Mag. (4) 17. 43. 1859.
[11]) Manganvitriol ($MnO\,SO^3 + 5\,aq$ oder $+ 7\,aq$) ist in Folge seiner Leichtlöslichkeit und schnellen Verwitterung als Mineral nicht bekannt. Von den übrigen künstlich darstellbaren Mangansulfaten ist Szmikit ($MnO\,SO^3 + 3\,aq$) in Felsöbanya als amorphes Mineral in stalaktitischen Knollen von Schröckinger beobachtet. Verhand. geol. Reichsanst. 1877. 115. Von Herrengrund, Ungarn, beschrieb Breithaupt (Jahrb. Miner. 1865. 858) rhombischen Fauserit ($^2/_3\,MnO\,SO^3 + {}^1/_3\,MgO\,SO^3 + 7\,aq$). Den Wassergehalt (in Mollner's Analyse 5,85 aq) darf man mit Nies wohl zu 7 aq annehmen. Der angebliche Fauserit von Hodritsch ist Magnesiasulfat mit wenig Thonerde, Manganoxydul und Kobalt. Verhand. geol. Reichsanst. 1869. 157. — [12]) Nach Breithaupt kommt in Barranco Jaroso, Sierra Almagrera, Spanien, mit Zinkblende gelblich weisser Zinkosit vor ($ZnO\,SO^3$), rhombisch und homöomorph mit Baryt und Anglesit und wasserfrei.

Aus der Einwirkung auf die umgebende Gebirgsart (oder auf Zufuhr von Lösung) ist der Gehalt an Kalk-, Magnesiasulfat u. s. w. in den Vitriolen abzuleiten.

Die Vitriole bilden Krystalle, krystallinische, sinter-ähnliche, faserige, derbe, stalaktitische Massen, die bisweilen durch Beimengung gefärbt erscheinen, namentlich braun durch Eisenoxydhydrat,[1]) eine Erscheinung, welche sich durch ihre Bildungsweise erklärt. Seltener tritt das neu entstandene Metallsulfat mit anderen Sulfaten verbunden auf.

Verwitterung von Bleiglanz.

Bleiglanz, der zu Anglesit verwittert ist, zeigt sich in der Nähe desselben oft löcherig, moosartig zerfressen, abgerundet (Leadshills; Mies; Schwarzenbach, Kärnthen). Ueberzüge von Bleivitriol auf Bleiglanz sind häufig, Pseudomorphosen nach Bleiglanz selten (nach Blum[2]) im Rammelsberg bei Goslar vorgekommen); bisweilen zeigen compakte Massen von Bleivitriol noch Spuren von Rissen nach den Blätterdurchgängen des Bleiglanzes (in Leadhills.[2]) Haidinger). Whitney[3]) fand ein Bleiglanzoktaëder des untersilurischen Dolomites von New-Galena, Jowa, im Innern hohl, die aus Bleiglanz bestehenden Axen noch fest und die Innenwandungen der Höhlungen mit Bleivitriolkrystallen besetzt. Die Umwandlung hatte hier, wie häufig, nur ein Krystallgerippe übrig gelassen.

Bleimulm nennt man das erdige Gemenge von zerstörtem Bleiglanz und von Bleivitriol.

Abscheidung von Schwefel aus Bleiglanz, Manganblende, Kupferkies.

Bei Bleiglanz kommt eine Umänderung vor, bei welcher neben der Bildung von Bleioxydsulfat freier Schwefel abgeschieden wird, der sich mit Schwefelkohlenstoff ausziehen lässt. Bald ist daneben noch nicht verwitterter Bleiglanz vorhanden, bald nicht. In dem Gemenge von Pb S, Pb O S O^3 und Schwefel aus Neu-Sinka, Siebenbürgen, fand K. v. Hauer von $39{,}_{51}$ pCt. Pb S; $8{,}_{88}$ pCt. S, $51{,}_{24}$ pCt. Pb O S O^3; die Menge des letzteren ist nicht konstant, während das relative Verhältniss von Pb S : S sich ziemlich gleichförmig ergab. Bisweilen sieht man zu innerst einen Kern von unverändertem Bleiglanz, umgeben von der schwarzen fettglänzenden Schicht des Gemenges mit Schwefel, zu äusserst eine im Bruche erdige Schicht von Bleisulfat; bisweilen ist der veränderte Bleiglanz ganz umgeben von gewöhnlichem Bleiglanz.

Phillips hatte ein Vorkommen von Dufton als Ueberschwefelblei, Supersulphuret of lead, bezeichnet, das nach Johnston besteht aus $90{,}_{38}$ pCt. Pb O S O^3 und $8{,}_{71}$ pCt. S, von ihm Sulphuretted sulphate of lead genannt und

[1]) So z. B. die hohlen, innen mit Krystallen ausgekleideten Stalaktiten von Goslarit von Mordgrube bei Freiburg nach Frenzel (Jb. Miner. 1876. 676). — [2]) Blum. Pseudom. 31. 32. — [3]) Jahrb. Miner. 1868. 811.

von Haidinger irrthümlich als Johnstonit bezeichnet wurde.[1]) Auch hier kommen in dem Gemenge von Bleisulfat und Schwefel eingewachsene Krystalle von gewöhnlichem Bleiglanz vor, in den Höhlungen Krystalle von Bleisulfat.

Der mit Schwefel durchdrungene, an der Kerze entzündet mit blauer Flamme brennende Bleiglanz findet sich in Irland; Grube Victoria bei Müsen;[2]) unrein in Spanien (Grube Estrella, Sierra Almagrera).[3]) Förster fand die im verwitterten Gneiss bei Silberberg vorkommenden Knollen des mit Schwefel gemengten Bleiglanzes von einem weissen, auch in die Krystallspalten eindringenden Pulver umhüllt.[4]) Die Analyse von Pilati[5]) lieferte $73{,}78$ pCt. Pb S, $22{,}81$ pCt. S, im Rest SiO^2, Mg O, $\overset{*}{S}b$ u. s. w. Das Endresultat dieser Umänderung, nach Entfernung von allem Bleisulfat, fand Haidinger (l. c.) an einem sibirischen Vorkommen: „Eindrücke von würfeliger Form, durch Bleiglanz hervorgebracht, enthielten einen Rückstand von sehr losem Zusammenhalt von gediegenem Schwefel."

In Monteponi; Wheatley Grube, Chester Co., Pennsylvanien; Friedrichsgrube, Oberschlesien; Fondon, Granada, und an anderen Orten kommt Schwefel in Drusenräumen des Bleiglanzes vor. Bleiglanz vom Wilibald bei Ramsbeck zeigt Schwefel auf den Absonderungsflächen;[6]) in Littfeld und Willmsdorf, Siegen, kommt Bleiglanz und Bleikarbonat mit Schwefel vor.[7]) Auf der Bleierde von Tarnowitz (mit Thon, Gebirgsart u. s. w. gemengtem Bleikarbonat) liegt Schwefel; im Brauneisenstein von Lommersdorf liegen nach Bauer neben Weissbleierz und mit diesem in den früher von Bleiglanz erfüllten Räumen kleine Mengen von Schwefel.[8])

Die Manganblende vom Aloyskreuzgang, Nagyág, welche zunächst an Bleiglanz grenzt, hat nach Höfer[9]) einen dünnen Schwefelüberzug, und in den Drusenräumen der Manganblende kommen kleine Schwefelkrystalle vor. Die in der Braunsteingrube bei Roszty, N. Rosenau, Ungarn, mit Kies, Bleiglanz und Manganspath vorkommende Manganblende fand v. Vivenot mit schmutzig grünem Schwefel umgeben,[10]) Burkart die Manganblende der Grube Preciosa Sangre de Cristo am Fuss des Orizaba von Schwefel begleitet.[11]) Quenstedt[12]) erwähnt Kupferkies mit Schwefel von Rippoldsau. Auch bei anderen Metallsulfuriden beobachtet.

Die Veränderungen der Metallsulfuride, welche bei geringer Verwandtschaft des Oxydationsproduktes zu Schwefelsäure Oxyde, Oxydhydrate, Oxysulfuride und deren Schwefelungsstufen liefern, die Umänderungen von Realgar (As S),

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 6. 5. 1855. $39{,}51$ pCt. Pb S u. $8{,}88$ pCt. S = 3 Pb S + 5 S. — [2]) Nöggerath. Jahrb. Miner. 1855. 808. In dem Gemenge von verändertem und unverändertem Bleiglanz mit Vitriolblei sieht man bisweilen ein dünnes Häutchen von Schwefel. — [3]) Richter. Jahrb. Miner. 1856. 436. Mittel: $60{,}8$ pCt. Chlorblei, 26 pCt. Schwefelblei, 10 pCt. Schwefel, 2 pCt. Schwefelmetalle von Eisen, Kupfer, Antimon, Silber. — [4]) Jahrb. Miner. 1865. 295. — [5]) Wochenschr. schles. Ver. f. Berg- u. Hüttenkunde. 3. 208. 1861. Etwa 3 Pb S + 7 S. — [6]) Leonhard in Jahrb. Miner. 1856. 436. — [7]) Bischof. Chem. Geol. I. ed. 2. 148. Bleiglanz mit Schwefel von Truskawitz, SW. von Lemberg, Jahrb. Reichsanst. 12. Verh. 236. — [8]) Sitzungsber. niederrhein. Ges. in Bonn vom 2. Februar 1859. (p. 39). in Verh. naturhist. Verein. Rh. u. West. 16. — [9]) Jahrb. geol. Reichsanst. 16. 17. u. 18. 1866. — [10]) ib. 19. 596. 1869. — [11]) Jahrb. Miner. 1866. 411. — [12]) Mineralogie. 1863. 605.

Operment ($As^2 S^3$), Antimonglanz ($Sb^2 S^3$), Wismuthglanz ($Bi^2 S^3$), Molybdänglanz ($Mo S^2$) und ihrer Mischungen mit Sulfuriden s. bei complicirter Verwitterung.

Umänderung der Arsenide.

Aus den Arseniden gehen neben arseniger Säure Arseniate hervor; sind die Arsenide mit Sulfuriden gemischt, so entstehen daneben Sulfate; vergl. complicirte Verwitterung.

7. Paramorphosen.

Paramorphosen in Kalkkarbonat.

Paramorphose von Aragonit in Kalkspath ist häufiger als der umgekehrte Fall.

Aragonit in Kalkspath.

Mitscherlich fand einen etwa zolllangen Aragonit in einer Höhlung in Vesuvlava aussen in deutliche Rhomboëder von Kalkspath umgeändert, während das Innere Aragonit blieb. Erhöhte Temperatur, welche langsam einwirkte, brachte die Umänderung hervor.[1])

Haidinger sah bei Schlackenwerth, Böhmen, in Basalttuffen den Raum, welchen früher Baumstämme eingenommen hatten, durch strahlige Krystallgruppen erfüllt. Diese, ursprünglich Aragonit, sind vollständig in Kalkspath umgewandelt.[2]) Er fand in einer Druse des Ganges bei Herrengrund, N. von Neusohl, Ungarn, oben diese Umwandlung, unten Aragonite, aber zum Theil von einer Seite angefressen und auf der andern Seite mit mikroskopischen Kalkspäthen besetzt.[3])

In der Emericigrube in Offenbanya bestehen nach G. Rose die umgeänderten, von Rissen durchzogenen Aragonite auf der Oberfläche aus Kalkspäthen, welche unter einander und zum früheren Aragonit ganz bestimmte Lage haben.[4])

C. Peters fand die Hohlräume innen mit sehr deutlichen $^1/_2$ R^1 besetzt. Er bemerkt, dass sämmtliche Eisenblüthen siebenbürgischer Lagerstätten um Czalathna, Nagyág, Toroczko in Calcitgebilde übergegangen sind.[5])

G. Rose erwähnt Umänderungen von Aragonit in Kalkspathskalenoëder, die eine nicht parallele Lage haben und verworren durch einander gewachsen sind, von Girgenti; ferner aus den Trachytconglomeraten zwischen Vic und Thiézac, Cautel; theilweise Umänderungen aus Chichow, Böhmisches Mittelgebirge, und vom Rückersberg bei Bonn.[6])

Leydolt erwähnt Umänderungen aus Horsenz;[7]) Haidinger[8]) aus der

[1]) Pogg. Ann. 21. 158. 1831. = Blum. Pseudom. 316. (cf. Pogg. Annal. 91. 149.)
[2]) Pogg. Ann. 45. 179. 1838. u. Blum. l. c. — [3]) ib. 53. 139. 1841. = Blum. Pseudom. I. 148., vergl. G. Rose. Abh. Berl. Akad. 1856. 23. u. vom Rath in Verhand. naturh. Verein. Bonn. 1860. Sitzungsber. niederrh. Ges. 82. — [4]) Pogg. Ann. 91. 149. 1854., vergl. E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 500., der innen ein Aggregat von Aragonit- u. Kalkspathkrystallen fand. — [5]) Jahrb. Miner. 1861. 446. — [6]) Abhand. Berl. Akad. 1856. 64. u. ff. Nach Des Cloizeaux (Minér. II. 96.) besteht die dünne Wandung der meist hohlen Krystalle von Girgenti aus Kalkspath und Cölestin. — [7]) Wien. Akad. Ber. 19. 28. 1856. — [8]) Jahrb. geol. Reichsanst. 12. Verhand. 86. 1861.

Gegend von Neutitschein, Ulrich[1]) aus Basalt von Phillip Island (SSO. von Melbourne), vom Rath vom Michaelisstollen des Spitaler-Ganges bei Schemnitz[2]) und von den Gruben von Cattolica, Sicilien. Hier lagern sich in unregelmässiger Stellung zahlreiche Kalkspathrhomboëder auf den grossen Aragonitkrystall, während der letztere im Innern hohl und zellig erscheint.[3])

Im „Drusendolomit" der Lettenkohle von Oberwern bei Schweinfurt fand Sandberger die Aragonitzwillinge unter Erhaltung der Form und Struktur in zahllose, kleine, fest aneinander haftende Kalkspathe ($\infty R . R^2 . - \frac{1}{2}R$) umgewandelt. Viele Paramorphosen sind ganz oder theilweise hohl. Nach dem speziell bestimmten specifischen Gewichte (Aragonit = $2{,}_{95}$, Kalkspath $2{,}_{66}$) müssten sie mindestens erfüllt sein, wenn nicht Substanz entfernt oder an anderen Stellen abgesetzt wurde. Einige Drusen enthielten noch nicht völlig umgewandelte Massen, deren Kern von farblosem Aragonit gebildet wird. In beiden fand sich keine Spur von Strontian, wohl von Magnesia, und im Kalkspath auch eine Spur Eisen.[4])

G. Rose bemerkt (l. c.), dass die Erhaltung der Aragonitform (bei der Ausdehnung, welche eintreten musste) für eine sehr langsame Umänderung spricht.

Websky fand Aragonit in Kalkspath übergehend in den schwefelführenden Gesteinen von Cesena, nach Exemplaren des Berliner Museums.

Kalkspath in Aragonit.

Anfangende Paramorphose von Aragonit nach Kalkspath erwähnt G. Rose von unbekanntem Fundort.[5])

Sandberger fand in Drusenräumen des Basaltes der Braunkohlengrube Alexandria bei Höhe, Westerwald, Kalkspath ($R^3 . - 2R$) trübe und gelblichweiss, der ganz aus regelmässig um die Hauptaxe des Kalkspaths gruppirten, locker auf einander gelagerten Aragoniten bestand. Dieser enthielt etwas organische Substanz und eine Spur Magnesia. Kalkspathskalenoëder (R^3) aus Drusen des Basaltes von Härtlingen, Westerwald, waren ebenfalls in Aragonit umgewandelt. Auch in Drusen des Dolerites (Anamesites) von Steinheim bei Hanau fand sich gelblichweisser Kalkspath ($\frac{8}{7}R$) mehrfach in verschiedenen Stadien der Umwandlung zu Aragonit. Diese geschah vor Absatz des Sphaerosiderites, der ebenfalls in allen Stadien pseudomorph nach Aragonit vorkommt. Ueber diesen Pseudomorphosen folgt kugeliger und traubiger Sphaerosiderit, dann Bitterspath (R), darüber zu Brauneisen verwitterter Sphaerosiderit, endlich Hyalit, sehr selten auch frischer Eisenkies. Der Bitterspathabsatz fehlt in vielen Drusen ganz.[6])

[1]) Sitzungsber. niederrh. Ges. Bonn. 1877. 69. — [2]) ib. 1878. Sitzung v. 18. Febr. — [3]) Jahrb. Miner. 1873. 595. — [4]) Sitzungsber. Bayer. Akad. d. Wiss. 1872. 12. u. J. Miner. 1872. 529. Sandberger's Bemerkung: „Begreiflicherweise reichte der Raum der Aragonitkrystalle für die neue Substanz nicht mehr aus und erscheinen viele derselben innen ganz oder theilweise hohl", erklärt das Hohlwerden nicht und gibt über das Verbleiben des überschüssigen Kalkkarbonates keinen Aufschluss. — [5]) Abhandl. Berl. Akademie 1856. 66. = Blum. Pseudom. III. 263. — [6]) Pogg. Ann. 129. 474. 1866.

Aus dem specifischen Gewicht (Kalkspath $2{,}_{715}$, Aragonit $2{,}_{898}$) folgt die unvollständige Raumerfüllung durch die Neubildung.

Paramorphosen der Eisensulfuride.

Eisenkies in Strahlkies.

Blum fand in den Braunkohlenthonen von Liebnitz, Böhmen, die rauhe und drusige Oberfläche durch- und ineinander gewachsener Eisenkieswürfel aus sehr kleinen Kryställchen von Strahlkies zusammengesetzt. An einer Seite ist unter der Strahlkiesrinde der Eisenkies vollständig erhalten und zieht sich auch nach Innen hin, jedoch nur in unbedeutender Dicke fort, während an der anderen Seite vom Eisenkies nichts mehr zu sehen ist, so dass dort alle Würfel aus Strahlkies bestehen, in deren Innern die Krystalle stengelig aneinander gereiht sind, von einem Punkt in Strahlen nach den Würfelflächen auslaufen und leere Räume zwischen sich lassen.[1])

Nach Frenzel kommt dieselbe Umwandlung auf Grube Kurprinz bei Freiburg vor.[2])

Nach Scheerer sind in Liebnitz die ursprünglichen Schwefelkiese zuerst theilweise oxydirt und fortgeführt, und dann begann innerhalb der entstandenen Hohlräume eine Bildung von Strahlkies.[3])

Strahlkies in Eisenkies.

Sillem fand auf einer Stufe Eisenkies von Rodna, Siebenbürgen, einen deutlichen Krystall der bekannten Doppelzwillinge des Strahlkieses, welcher ganz zusammengesetzt ist aus grösseren und kleineren, zum Theil mikroskopischen Eisenkieskrystallen (Würfel und Pentagondodekaëder), wodurch die Aussenfläche rauh und drusig wird.[4])

Quarz in amorphe Kieselsäure.

Sandberger fand Quarzrhomboëder (sp. G. $2{,}_{654}$) von Olomuczan, Mähren, bis zu sehr verschiedenen Tiefen in eine opake, gelblichweisse, an der Zunge klebende Substanz verwandelt, welche nur stellenweise Anlage zu faseriger Bildung zeigt. Die Substanz (Härte = $2{,}_5$, sp. G. $2{,}_{68}$) gab nach zehnstündigem Digeriren an concentrirte Kalilösung schon $32{,}_1$ pCt. des Minerals ab, welches enthält:

$Si\,O^2$	$98{,}_{25}$	$98{,}_{66}$
$\dddot{A}l$ ($\dddot{F}e$ Spur)	$0{,}_{76}$	$0{,}_{35}$
$Ca\,O$	$0{,}_{76}$	$0{,}_{39}$
$Mg\,O$	$0{,}_{22}$	$0{,}_{04}$
Wasser (Glühverl.)	$0{,}_{87}$	$1{,}_{44}$
	$100{,}_{86}$	$100{,}_{88}$

[1]) Pseudom. I. 149. (Ob Littmitz?) — [2]) Miner. Lex. f. Sachsen. p. 201. — [3]) Paramorphismus. 1854. 22. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 399. = Blum. Pseudom. II. 125. = J. Miner. 1852. 531.

Die Paramorphosen in amorphe Kieselsäure, welche an verschiedenen Stellen etwas Wasser und Basen aufgenommen, mögen, wenn man von der geringen Härte absieht, Kascholong nach Quarz heissen.[1])

Aus dieser Umwandlung erklärt sich die Umwandlung des Quarzes in Silikate (wie in Göpfersgrün).

Ueber die Umwandlung der Quarzkrystalle in Swoszowice, Galizien, in chalcedonartige Kieselerde vergl. v. Zepharovich.[2])

Anatas in Rutil.

In den Diamantsanden von Diamantina und Accaba Sacco, Minas Geraes, fand Damour Anatas, welcher ganz oder zum Theil in Rutil übergegangen ist. Die Krystalle sind dann opak, röthlich oder braun, zeigen innen Hohlräume und haben ein specifisches Gewicht von $4{,}_{06}$. Die Rutilnadeln, aus denen jetzt die Krystalle bestehen, kreuzen sich in verschiedenen Richtungen.[3])

Aus den Diamantsanden von Itabiro de Matto, Minas Geraes, erwähnt Blum einen Anataskrystall mit zugerundeten Ecken und Kanten, welcher aus einem feinstengeligen bis faserigen Aggregat besteht und Hohlräume zeigt. Das Strichpulver ist gelblichbraun. Das specifische Gewicht, bei 15° $4{,}_{018}$, ist geringer als das des Rutils, in welchen nach Blum der Krystall umgewandelt ist.[4])

Kokscharow fand neben Euklas in den Goldseifen des Kaufmanns Bakakin (Gegend des Flusses Sanarka, Ural) Paramorphosen von Rutil nach Anatas. In den röthlichbraunen Krystallen sind die Rutilnadeln nach verschiedenen Richtungen gelagert.[5])

Brookit (Arkansit) in Rutil.

In Magnet Cove, Arkansas, kommen nach vom Rath vor Paramorphosen von Rutil in der Form des Arkansites. Die Oberfläche der bräunlichen Krystalle (sp. G. $4{,}_{148}$—$4{,}_{212}$, das specifische Gewicht hat sich erhöht) hat entweder moiréeartigen Schiller oder glänzt demantartig in zahlreichen gebrochenen Facetten. Bisweilen haben die Rutilprismen eines Krystalls eine und dieselbe Stellung, bisweilen werden die Krystalle durch verschieden gestellte Systeme von Rutilprismen gebildet.[6])

[1]) Jahrb. Miner. 1867. 834. u. 1870. 588. Bei Blum (Pseudom. 125) als Speckstein nach Quarz angeführt, von Reuss (Wien. Akad. Ber. 10. 62. 1853) als Kascholong nach Quarz. = Blum. Pseudem. III. 54. — [2]) Jahrb. Reichsanst. 19. 227. 1869. u. Ambroz. ib. 18. 295. 1868. — [3]) Bull. géol. (2) 13. 550. 1856. — [4]) Pseudom. III. 264. — [5]) Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 849 aus Bull. Petersb. Akad. 6. 414. — [6]) Pogg. Ann. 158. 408. 1876; Jahrb. Miner. 1876. 397; Verh. naturhist. Ver. Rh. u. W. 34. 178. 1877.

Kapitel VI.
Verwitterung der Silikate.

Die Silikate sind hier in zwei Gruppen getheilt: in thonerdefreie und thonerdehaltige. Während die ersteren bei einfacher Verwitterung thonerdefreie Reste hinterlassen, liefert die zweite Gruppe dann stets thonerdehaltige Reste. Bei complicirter Verwitterung wird wohl hier und da Thonerde in die thonerdefreien Silikate eingeführt, aber diese Erscheinung ist sparsam, während aus thonerdehaltigen Silikaten auch bei complicirter Verwitterung die Thonerde nur selten ganz entfernt wird, so dass in der Regel ein thonerdehaltiger Rest bleibt. Bei der Zersetzung wird endlich die Thonerde vollständig (mit den übrigen Basen) als leicht lösliches Sulfat, Chlorid, Fluorid entfernt (s. Zersetzung).

Ist demnach die Thonerde in den Verwitterungsprodukten der thonerdehaltigen Silikate der constanteste Bestandtheil, so kann sie doch durch vielfache Processe fortgeführt werden. Die Gebrüder Rogers und Daubré zeigten (s. Orthoklas), dass aus Feldspath durch kohlensaures Wasser ausgelaugtes Kalisilikat Thonerde in Lösung hält. Nach Bischof setzt sich künstliches Thonerdesilikat mit Fluorkalium[2]) in Fluoraluminium und Kalisilikat um, und ähnlich wie Fluorkalium verhalten sich Chlorcalcium, Chlormagnesium, Kalk- und Magnesiasulfat. Thon der Braunkohlenformation zeigte dasselbe Verhalten, wenn auch in geringerem Maasse. Nach dem Vorkommen von Thonerdephosphat in Quellen kann vielleicht auch durch Phosphatlösungen den Silikaten Thonerde entzogen werden. Die Einwirkung von Eisen- und Magnesiasilikatlösungen auf thonerdehaltige Silikate bringt Thonerde in Lösung, wie die Bildung der Neolithe zeigt. Die vollständige Fortführung der Thonerde aus Orthoklas durch Kalk- und Eisenkarbonatlösung ist beobachtet.

Dass Thonerdesilikat aus Lösung abgesetzt werden kann, zeigen die Stalaktiten aus Allophan ($\dddot{A}l\, Si\, O^2 + 5\, aq$).

Ueberall, wo Silikate durch Verwitterung oder Zersetzung Lösungen von kieselsauren Alkalien, alkalischen Erden, Eisen- und Manganoxydul geliefert haben, kann Quarz oder Opal entstehen. In den Opalen, deren reinste Form Hyalit heisst, finden die verschiedensten Substanzen: Quarz, Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Eisensilikate (Nontronit, Grünerde), Kalkkarbonat u. s. w. Den Restprodukten der Verwitterung ist nicht selten Quarz oder amorphe Kieselsäure beigemengt.

Sind auch die thonerdefreien Silikate der Olivin- und Augitgruppe und Diallag als solche nicht in Wasser löslich, so können sie durch einfache Verwitterung

[1]) Chem. Geol. 1. 54 und 77. — [2]) Die Wirkungen der Flussspathlösung auf thonerdehaltige Silikate sind nicht untersucht. Sie werden wahrscheinlich ähnlich sein.

lauter in kohlensaurem Wasser lösliche Verbindungen liefern: Karbonate von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, Zinkoxyd und Kieselsäure. Es kann also durch einfache Verwitterung das ganze Mineral entfernt werden. Meist wird nur ein Theil des chemischen Bestandes in Lösung fortgeführt, und der nicht mehr der ursprünglichen Zusammensetzung entsprechende Rest nimmt Wasser auf, wobei nicht selten Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, Magneteisen aus dem Eisenoxydulsilikat entsteht und Aehnliches aus dem Manganoxydulsilikat. Aus den kalkhaltigen Mineralien wird zunächst der Kalk fortgeführt. Selten wird nur Wasser aufgenommen (Villarsit, Hydrotephroit, s. auch bei Enstatit, Datolith, Zirkon u. s. w.). Selten wird Wasser abgegeben, wie vom Kieselzink.

Von den durch einfache Verwitterung entstehenden Mineralien Talk, Speckstein, Serpentin verwittern Talk und Speckstein schwerer als Serpentin, der sich analog wie die Olivin- und Augitgruppe bei der Verwitterung verhält: er liefert Karbonate, Oxyde und Oxydhydrate, Kieselsäure.

Von den noch hierher gerechneten Mineralien nimmt Zirkon Wasser auf, Titanit verliert kieselsauren Kalk, so dass nur Titansäure wasserhaltig als Xanthitan übrig bleibt.

Chondrodit (m $Mg^5\ Si^2\ O^9 + n\ Mg^5\ Si^2\ Fl^{18}$) liefert Serpentin; Lievrit ($H^2\ R^6\ \text{Fe}\ Si^4\ O^{18}$; $6\ R = 4\ Fe\ (Mn) + 2\ Ca$) Eisenoxyde; aus Krokodylith werden die Basen (Natron, Magnesia, Kalk) entfernt und das Eisenoxydul oxydirt.

8. Verwitterung thonerdefreier Silikate.

Einfache Verwitterung des Olivins.

Reuss[1]) bemerkt, dass in frischem Basalte die Olivine ihre anfangs schön bläulichgrüne Farbe nach kurzem Aussetzen an der Luft in eine schmutzig ölgrüne verwandeln.

Längs der Haarspalten, welche den Olivin nach allen Richtungen durchziehen, findet Wasser Zutritt und bringt endlich bräunliche Färbungen hervor in Folge der Oxydation des Eisenoxyduls. Im Dünnschliff sieht man häufig ein maschiges Geäder von frischem und verwittertem Olivin und kleine Olivine schon vollständig dunkelfarbig geworden. Oder der Olivin wird zonenartig vom Rande her in eine dunkelgrüne feinfaserige Substanz umgewandelt, die wohl zum Serpentin gehört.

Es lassen sich verschiedene Reihen der Verwitterung unterscheiden: Aufnahme von Wasser, welches zur Bildung von Villarsit führt;[2]) Aufnahme von Wasser, begleitet von Abgabe von Magnesia- und Eisensilikat, Bildung von Serpentin und Chlorophaeit; Fortführung der Silikate, so dass endlich nur das aus dem Silikat ausgeschiedene, oxydirte Eisenoxydul als Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, oft noch mit der Form und der Spaltbarkeit des Olivins, zurückbleibt; oder das neu gebildete Eisenoxyd (und Eisenoxydhydrat) bleibt mit dem verwitterten Olivin gemengt zurück, und das Gemenge ist rostgelb oder bräun-

[1]) Umgebung von Teplitz und Bilin. 1840. 209. — [2]) Blum. Pseudom. II. 66.

lich, oder rothbraun.[1]) Bei manchen Umwandlungen findet Ausscheidung von Magneteisen statt. Endlich wird noch die Umbildung des Olivins zu Talk und Speckstein angeführt. Aus dem Serpentin oder Talk entstehen bisweilen Magnesiakarbonat-Pseudomorphosen d. h. aus dem Silikat geht das Karbonat hervor, während das frei gewordene Eisen die Umgebung färbt.

Der nach Des Cloizeaux stark doppeltbrechende Villarsit (sp. G. 2,978, Härte 4—5) bildet gelblichgrüne oder olivengrüne Krystalle oder Körner im Granit des Forez I. und in den Gängen von Traversella II. Sie enthalten nach Dufrénoy[2])

	I	O		II	O			III	O	
$Si\,O^2$	40,52	21,61		39,61	21,18			34,97	18,65	
Fe O	6,25	1,39		3,59	0,80			18,55	4,12	
Mn O	—	—		2,42	0,55			—		
Mg O	43,75	17,50	19,50	47,37	18,95	20,58		36,00	14,40	18,65
Ca O	1,70	0,49		0,53	0,15			0,44	0,13	
$K^2\,O$	0,72	0,12		0,46	0,08			—		
Wasser	6,21	5,12		5,80	5,16			6,00	5,33	
	99,15			99,78			$\ddot{\text{Al}}$	0,75	0,35	
								96,71		
							$\dddot{\text{Fe}}$	2,22	0,66	
							Fe O	0,99	0,22	
								99,92		

I und II entsprechen $4\,R\,O + 2\,Si\,O^2 + aq$; III ist die Analyse eines schwarzen Olivins aus schwarzem Gabbro von Neurode;[3]) sp. G. 3,141. Nimmt man das gefundene Eisenoxyd mit dem entsprechenden Eisenoxydul als 3,21 pCt. Magneteisen, so bleibt ein wasserhaltiger Olivin übrig. Da nach dem Glühen einzelne Theile glänzend bleiben, während andere matt werden, scheint ein Gemenge von Olivin und einem Villarsit vorzuliegen, der doppelt so viel Wasser als gewöhnlich enthält. Ein den Korund in Georgia begleitendes Gestein fand Shepard[4]) dem Villarsit gleich zusammengesetzt.

Nach Dana nimmt auch der Boltonit $(2\,Mg\,O + Si\,O^2)$ Wasser auf und verliert an seiner Härte.

Analysen verwitterter Olivine.

1. Undurchsichtiger, glanzloser, hellrostgelber, aber nicht zerfallener Olivin von Wilhelmshöhe bei Cassel. Ein Theil des Eisens ist als Oxyd (ob Oxydhydrat?) vorhanden. Aus Basalt.

Walmstedt in Rammelsberg. Handwörterb. d. chem. Theils d. Mineral. 1841. II. 29.

[1]) Die metallisch glänzende Oberfläche des verwitterten eisenreichen Hyalosiderites rührt nach Rosenbusch (Jahrb. Miner. 1872. 49) her von einer zarten Haut von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, welche auch mehr oder weniger tief in das Innere der Krystalle eindringt. — [2]) cf. Blum. Pseudom. II. 66. — [3]) Rammelsberg. Zs. geol. Ges. 19. 285. 1867. — [4]) Sill. Amer. J. (3) 4. 112. 1872. Das ähnlich in Nord-Carolina vorkommende Gestein ist nach den Analysen von Genth und Chatard wasserfreier Olivin.

2. Bräunlicher Olivin aus Basalt von Bollenreuth, Fichtelgebirge.

Baumann. Suppl. IV zum Handw. d. chem. Th. d. Miner. Rammelsberg. 1849. 14.

	1	O		2	O	
SiO^2	42,61	22,73		44,69 =	23,83	
$\dddot{A}l$	0,14	0,07		—		
FeO	8,86	1,86	21,49	14,22	3,16	19,53
MnO	0,15	0,08		—		
MgO	48,86	19,54		40,92	16,37	
CaO	0,22	0,06		—		
	100,34			99,83		

Ist auch Eisenoxyd vorhanden, so sieht man, dass in diesen Fällen vorzugsweise Basen fortgeführt wurden.

Umänderung des Olivins in Serpentin, eine häufige Erscheinung, beginnt von aussen her und setzt nach Innen in feinen Adern fort, so dass unveränderter oder wenig veränderter Olivin von dem Serpentin maschenartig umschlossen wird, meist ist die Begrenzung beider scharf. Die bekannten Pseudomorphosen aus Kalk von Snarum haben oft nur eine dünne Serpentinrinde,[1] ebenso der Olivin aus Kalk des Stubaythales[2] u. s. w. In dem Serpentin sieht man oft Körner von Magneteisen, ferner Chromeisen (Picotit); nicht selten ist die Umwandlung in Serpentin eine vollständige, die sich in allen Stadien verfolgen lässt. Ein Theil[3] des Serpentins von Snarum zeigt nach Websky Pikrolithstruktur, d. h. besteht aus krystallinischer Substanz.[4]

Im inneren härteren Kern der Serpentinkrystalle von Snarum, der noch vollkommen wasserfreie Substanz umschliesst, wie G. Rose durch den Versuch nachwies, fand Heffter[5] 1, im pseudomorphen Serpentin Scheerer[6] die Zusammensetzung 2.

	Olivin + Serpentin 1	Serpentin 2		Serpentin 3	Olivin 4
SiO^2	41,98	40,71		42,72	41,32
$\dddot{A}l$	—	2,39		0,06	0,28
FeO	2,02	2,43		2,25	2,39
CrO	—	—		Spur	0,05
MnO	0,25	—		—	—
MgO	53,18	41,48		42,52	54,69
Wasser	4,00	12,61	Glühvl.	13,39	0,20
	101,38	99,62		100,94	98,93

[1]) cf. Quenstedt. Pogg. Ann. 36. 370. 1835. G. Rose ib. 82. 511. 1851. Volger. Entwickelungsgeschichte der Talkglimmerfamilie p. 283. Blum. Pseudom. 142. Nach p. 152 kommt auch bei Rudolfstein, unweit Hof, Olivin zu Serpentin pseudomorphirt vor. cf. Blum. Pseudom. II. 60. — [2]) Tschermak. Wien. Akad. Ber. 56. 282 und 287. 1867. — [3]) Vergl. Zirkel. J. Min. 1870. 831. — [4]) Zs. geol. Ges. 10. 289. 1858. — [5]) Pogg. Ann. 82. 511. 1851. — [6]) ib. 68. 328. 1846.

Nach dem Wassergehalt berechnet, besteht 1 aus etwa 70 pCt. Olivin und 30 pCt. Serpentin.

Helland[1]) fand für Olivin, der in Serpentin von Snarum vorkommt, die Zusammensetzung 4 (sp. G. 3,22), für den einschliessenden Serpentin die Zusammensetzung 3 (sp. G. 2,53).

Nimmt man an, dass die Umwandlung des Olivins in Serpentin ohne Volumänderung erfolgte, so ergibt sich aus 3 und 4 unter Berücksichtigung des specifischen Gewichtes, dass aus

5 Olivin = 10 Mg O + 5 Si O^2 fortgeführt wurde
4 Mg + 1 Si O^2 und aufgenommen 4 aq.

und entstand 2 Serpentin = 6 Mg O + 4 Si O^2 + 4 aq.

Die dort auf der Lagerstätte des Serpentins noch auftretenden Mineralien, Magnesit, Hydrotalkit, Quarz, Magneteisen, sind Nebenprodukte des Umwandlungsprocesses.

Von 3,220 Gewichtsth. Olivin wurden abgegeben 0,274 Kieselsäure; 0,022 Eisenoxydul; 0,715 Magnesia (abgesehen von 0,007 Thonerde und 0,002 Chromoxydul), im Ganzen 31,68 pCt., und der Rückstand 68,32 pCt. nahm 10,25 pCt. Wasser auf, so dass 100 Gewichtsth. Olivin 78,57 Gewichtsth. Serpentin lieferten.

In dunkelgrünlichgrauem Serpentin, zum Theil mit unverändertem Olivin und Chromeisenkörnern, der aus Olivin entstanden war, von Webster, Jackson Co. Nord-Carolina, fand Genth[2])

Si O^2	$\ddot{Al}$	Fe O	Ni O	Mn O	Mg O	Ca O	Wasser	Chromeisen
43,87	0,81	7,17	0,27	Spur	38,62	0,02	9,55	0,57 = 100,88

Im gelblichgrünen, versteckt faserigen Schweitzerit (Serpentin) vom Feegletscher (zw. Saas- und Nicolaithal, Schweiz) fand v. Drasche in Schweitzerit pseudomorphirte Olivine, welche zum Theil ganz gut erhaltene Krystallflächen zeigen;[3]) Groth dieselbe Umwandlung am Rumphischwäng (Findelengletscher) bei Zermatt;[4]) Tschermak im Pikrit Olivinkrystalle in eine serpentinartige Masse umgewandelt,[5]) und Sandberger im Olivinfels der schwarzen Steine von Tringenstein, Nassau, Olivinkrystalle in jedem Stadium der Umwandlung in Serpentin.[6]) v. Drasche sah den körnigen Olivin des Olivinfelses von Kraubat in Serpentin umgeändert[7]) u. s. w. Sekundäre Trichitenbildung bei der Serpentinisirung des Olivins beobachtete (in Diabasen u. s. w.) Rosenbusch.[8])

Ein Gemenge von Olivin und aus diesem entstandenem Serpentin, welches chromhaltiges Magneteisen, oft noch Bronzit, Diallag, Anorthit accessorisch führt, trägt nach Köhler und Streng die Bezeichnung Schillerstein. Es tritt

[1]) Pogg. Ann. 148. 329—333. 1873. — [2]) Sill. Amer. J. (2) 33. 200. 1862. — [3]) Tschermak. Miner. Mitth. 1871. 57. [4]) Miner. Univers. Strassburg. 1878. 202. — [5]) Wien. Akad. Ber. 56. 294. 1867. — [6]) Jahrb. Miner. 1865. 449 und 1866. 393. — [7]) Tschermak. Min. Mitth. 1871. 58. — [8]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 335.

im Serpentin des Gabbro auf; enthält es reichlicher Anorthit neben dem aus Olivin entstandenen Serpentin, so heisst es Forellenstein.

Olivin in Speckstein umgewandelt fand Grandjean[1]) im Basalt von Guckheim bei Wallmerod, Nassau; Sillem in Gungstein, Duttweiler, Lützelburg, Daubitz.[2])

Der nach Genth aus Olivin I entstandene blättrige Talk a von Webster. Jackson Co, Nord-Carolina, enthält[3])

	SiO^2	$\ddot{A}l$	FeO	NiO	MgO	CaO	Glühverlust		
I	41,17	—	7,35	0,41	49,16	0,04	0,69	=	98,82
a	64,44	0,48	1,39	0,28	33,19	—	0,34	=	100,07

$a = 4\,RO + 5\,SiO^2$; der zu geringe Wassergehalt liegt wohl an der Analyse.

Nach Analogie der Umwandlung des Olivins in Serpentin wird Magnesia und Kieselsäure fortgeführt und Wasser aufgenommen, etwa nach dem Schema

$$\begin{array}{rl} 6\ \text{Olivin} = & 12\,MgO + 6\,SiO^2 \\ & -\ 8 \qquad\ -\ 1 \\ \hline & 4\,MgO + 5\,SiO^2 + 1^1/_3\ aq. \end{array}$$

Im Basalt von Thomasdorf bei Bolkenhain fand Trippke die Olivine in Magnesiakarbonat umgewandelt.[4])

In einem verwitterten Dolerit vom Westabhang des Caltonhill bei Edinburgh fand Tschermak Eisenglanz pseudomorph nach Olivin; bisweilen findet sich im Innern erdiges Rotheisen oder eine lichtgraue erdige Masse. Wo der Olivin total durch Eisenglanz ersetzt ist, muss Eisenoxyd zugeführt sein.[5]) In verwittertem Melaphyr von Zderetz, Böhmen, fand Tschermak die verwitterten Olivine mit einer Eisenglanzrinde umgeben, innen ein Netzwerk von Eisenglanz, welches dichte Rotheisenerde umschliesst. Auch im Melaphyr von Kruh, Böhmen, fand er ähnliche Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Olivin;[6]) ebenso im Gabbro von Cornwall, in Melaphyren und Augitporphyren[7]) verwitterte Olivine, aussen mit einer Rinde von Eisenoxyd und innen mit rothgrauer erdiger Substanz, welche noch deutliche Spaltbarkeit zeigten. Im Limburgit von Sasbach beobachtete Rosenbusch als Endproduct der Umänderung des eisenreichen Hyalosiderites ein Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat;[8]) Umwandlung vorwiegend in Eisenoxydhydrate in Trachyten, in rothes Eisenoxyd im Melaphyr vom Reidelbacher Hof bei Wadrill;[9]) ähnlich Pumpelly in den Grünsteinen des Lake superior[10]) u. s. w.

Als Chlorophaeit werden verschiedene Substanzen beschrieben. Das im

[1]) Sandberger. Jahrb. Naturk. Nassau. 9. 41. 1853. — [2]) Jahrb. Miner. 1852. 522. — [3]) Sill. Amer. J. (2) 33. 200. 1862. I. Mittel aus 3 Analysen. — [4]) Zs. geol. Ges. 30. 198. 1878. — [5]) Wien. Akad. Ber. 46. 490. 1862 = Blum. Pseudom. III. 275. — [6]) Porphyrgesteine Oesterreichs. 1869. 60. 61. 134. — [7]) Wien. Akad. Ber. 52. 265. 1865 und 56. 281. 1867. — [8]) Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 268. — [9]) Mikrosk. Phys. d. massigen Gest. 1877. 191 und 401. — [10]) Proc. Amer. Acad. of arts and sciences 13. 275. 295 u. s. w. 1878.

frischen Bruch durchsichtig bläulichgrüne Mineral nimmt an der Luft sehr bald schwarze Farbe an. G. Rose fand den muschlig brechenden Chlorophaeit des Melaphyrs vom Hockenberg ohne Spur von Spaltbarkeit und hielt ihn für verwitterten Olivin.[1]) Nach Tschermak findet sich Chlorophaeit zuweilen als krystallinisches, zuweilen als amorphes, pechglänzendes Mineral in Pseudomorphosen nach Olivin.[2]) So in den Melaphyren von Gottesberg, Schlesien; in dem aus dem Woleskathale, von Hrabacow, Böhmen; und am Viezena, Fleims; in den Augitporphyren von Fontanaz und Mezzavalle, Toazzo, Südtyrol;[3]) im Diabas von Kursevi, Kaukasus.[4]) Hornstein erwähnt in den Doleriten von Fauerbach, SO von Nauheim, Chlorophaeit; das Gestein führt Olivin.[5])

Die einzige vorhandene Analyse Forchhammer's von Chlorophaeit aus Dolerit von Qualboe auf Suderoe (Färoer)

SiO^2	FeO	MgO	Wasser
32,85	21,56	3,44	42,15

führt zur Formel $2RO + 3SiO^2 + 12$ aq. Ob Eisen zugeführt wurde, ist nicht festzustellen.

Dathe leitet den Chlorophaeit der Voigtländischen Diabase von Augit ab. Er fand den Chlorophaeit des Hockenberg-Melaphyrs entweder aus einem Haufwerk excentrisch gefaserter Kügelchen bestehend oder aus verworren faserigen Büscheln oder ohne alle Faserung und mit Aggregat-Polarisation ausgestattet.[6])

Chlorophaeit findet sich auch in den Mandelsteinen der Melaphyre, Diabase, Basalte als Ausfüllungsprodukt, ähnlich wie Delessit, von dem er sich nach Forchhammer's Analyse zunächst durch den Mangel an Thonerde unterscheiden würde.

Verwitterung des Monticellites.

Aehnlich wie Olivin setzt sich der Monticellit in eine dem Serpentin entsprechende, von diesem durch den Kalkgehalt unterschiedene Bildung um. Matte, lichte, umgewandelte Monticellite von Pesmeda, Monzoni (sp. G. 2,617), welche die Krystallform bewahrt hatten, enthalten nach vom Rath a und b; III ist die Analyse des derben Monticellites von Toal dei Rizzoni, Südseite des Monzoni (sp. G. 3,054).

	a	O		b	O		III	O	
SiO^2	41,31	22,03		39,67	21,16		38,25	20,40	
$\dddot{Al}$	1,34	0,62		1,99	0,93		—	—	
FeO	5,73	1,27		6,08	1,35		4,30	0,96	
MgO	33,08	13,28	16,35	34,42	13,77	17,00	23,05	9,22	20,11
CaO	6,47	1,85		6,59	1,88		34,75	9,93	
Wasser	12,35	10,99		12,86	10,99		—		
	100,28			101,11			100,35		

[1]) Zs. geol. Ges. 11. 290. 1859. — [2]) Porphyrgest. Oesterreichs. 1869. 15 und Wien. Akad. Ber. 56. 281. — [3]) ib. 48. 66. 135 und Porphyrgest. Oesterr. 1869. 66. 79. — [4]) Mineralog. Mitth. 1872. 112. — [5]) Zs. geol. Ges. 19. 305. 1867. — [6]) ib. 26. 18. 1874.

Ist III = $(2 CaO + SiO^2) + (2 MgO + SiO^2)$, so entsprechen a und b ohne Rücksicht auf $\dddot{Al}$ der Formel $3 RO + 2 SiO^2 + 2 aq$ $(9 RO = 8 MgFeO + 1 CaO)$; es wurde demnach neben Kieselsäure wesentlich Kalk ausgeschieden und Wasser aufgenommen. Der Kalk liegt als Kalkspath in Form von Rinde auf den Pseudomorphosen und in den Drusen. Im Dünnschliff sieht man in den umgeänderten Monticelliten einzelne Körner unveränderten Monticellites; sie sind zerklüftet, zeigen im Innern und am Aussenrand grünen Serpentin, welcher sich auch in Adern durch die ganze Masse hindurch zieht, während gelber Serpentin die Hauptmasse bildet. Die Umwandlung ist also noch nicht ganz vollendet.[1]

Lemberg[2] fand in den blassgelben gut ausgebildeten Monticellitpseudomorphosen a, in blassgelben stellenweise von kleinen schwarzen Flecken (vielleicht umgewandelten Spinellen) durchsetzten b, (in a nach Abrechnung von 3,69 pCt., in b von 1,72 pCt. in Salzsäure Unlöslichem)

	a	b
SiO^2	40,33	40,39
$\dddot{Al}$	2,66	5,49
$\dddot{Fe}$	5,17	5,28
MgO	31,55	28,83
CaO	6,22	4,85
Wasser	13,37	14,70
	99,30	99,54

O (Eisenoxyd als Oxydul berechnet)		RO.	R^2O^3.	Si^2.	aq.
	in a =	15,43	1,24	21,51	11,88
	in b =	13,98	2,56	21,54	13,07

Verwitterung des Tephroites.

Der Tephroit (schematisch $2 MnO + SiO^2$), frisch aschgrau, wird der Luft ausgesetzt durch Oxydation braun oder schwarz. Die von Des Cloizeaux angegebene Chlorentwickelung bei Behandlung mit Salzsäure beruht auf vorgängiger Oxydation des Manganoxyduls.

Aehnlich wie der gewöhnliche Olivin nimmt Tephroit Wasser auf und wird zu Hydrotephroit. Igelström fand in derbem, hellrothem, an den Kanten durchscheinendem Hydrotephroit von Paisberg (Härte nur noch = 4)

SiO^2	MnO	$\dddot{Mn}$	MgO	CaO	FeO	Wasser
28,46	53,44	0,49	11,89	Spur	Spur	5,85 = 100,13,

entsprechend $6 RO + 3 SiO^2 + 2 aq$, $RO = 5 MnO + 2 MgO$. Der frische rothe Tephroit desselben Fundorts lieferte ihm $5 MnO + 1 MgO$, der braune $5 MnO + 4 MgO FeO$.[3]

[1] Pogg. Ann. 155. 31. 1875. Zs. geol. Ges. 27. 389. 1875. Früher als Serpentin nach Fassait beschrieben. — [2] Zs. geol. Ges. 29. 472. 1877. — [3] Oefv. Akad. Stockholm. 1865. 605 in Dana Miner. 260 und 228.

Verwitterung des Broncites.

In lichtgraulichgrünem Enstatit von Haukedalsvand, unfern Vestre Kjörrestad, Bamle, fanden Brögger und Reusch I, Krafft II:

	sp. G. 3,158		sp. G. 3,15		sp. G. 2,867	
	I	O	II	O	a	O
$Si O^2$	58,00	30,98	57,67	30,76	57,62	30,78
$\ddot{A}l$	1,35	0,63	1,21	0,57	1,48	0,70
Fe O	3,16	0,70 } 15,46	2,89	0,64 } 15,80	1,96	0,44 } 14,36
Mg O	36,91	14,76	37,91	15,16	34,72	13,89
Ca O	—		—		0,12	0,08
Wasser	0,80	0,71	1,67	1,48	4,38	3,89
	100,22		101,85		100,28	

Die Oberfläche zeigt glanzloses steatitartiges Ansehen, die weichere Rinde (Analyse a) reicht höchstens 10 mm in die Krystalle hinein, geht allmählich in die frische Substanz über und zeigt zuweilen noch prismatische Haltbarkeit. Dieselbe Umwandlung lässt sich auf Sprüngen des Inneren verfolgen, welche Maschenstructur hervorbringen.[1] Die verwitterte Rinde entspricht etwa $14 R O + 15 Si O^2 + 3{,}8$ aq. Die Umänderung besteht wesentlich in Wasseraufnahme.

Helland fand im umgewandelten Enstatit von Nordre Olafsby, Snarum, a im ersten Stadium der Umwandlung, in welchem noch Spaltbarkeit vorhanden ist (sp. G. 2,737), graulich-schwarz, b im zweiten Stadium, das bei grösseren Krystallen nur der äussere Theil zeigt (sp. G. 2,786),[2] grau,

	$Si O^2$	$\ddot{A}l$	Fe O	Mg O	Ca O	Wasser	
a.	58,96	1,33	4,48	29,72	1,43	4,98	= 100,90
b.	59,33	1,22	2,62	30,89	0,72	5,98	= 100,67
c.	59,51	0,97	2,95	30,89	0,37	6,01	= 100,70
d.	57,63	1,02	4,99	30,37	—	7,21	= 101,22

Unter c. ist die Analyse von C. Krafft von demselben Fundort von lauchgrünen Pseudomorphosen, sp. G. 2,7—2,8 (Enden, Nordre Olafsby, Kirchspiel Snarum), unter d. die Analyse verwitterten Enstatites aus Oedegarden, Bamle, aufgeführt.[3])

Mittel von a, b, c, d $= 5 R O + 6 Si O^2 + 2$ aq.

Storry-Maskelyne und Flight fanden in hellgrünem Broncit von du Toit's Pan und Colesberg Kopje, südafrikanischer Diamantendistrikt, die Zusammensetzung I, in grünlichgrauem verändertem a von Colesberg Kopje[4])

[1]) Monatsber. Berl. Akad. 1876. 554 = Jahrb. Miner. 1877. 200. — [2]) Pogg. Ann. 145. 483. 1872. „Pseudomorphosen nach Augit in Speckstein". — [3]) Brögger u. Reusch. Zs. geol. Ges. 27. 683. 1875. — [4]) Quart. J. geol. Soc. 30. 411. 1874.

	I			a		
SiO^2	55,91 =	29,82 O		53,46 =	28,51 O	
$\ddot{A}l$	2,64	1,23	1,40	0,95	0,44	
$\ddot{G}r$	0,54	0,17		—		
Fe O	4,99	1,11	15,20	8,77	1,95	13,04
Ni O	Spur	—		—		
Mg O	34,91	13,96		25,93	10,37	
Ca O	0,46	0,18		2,53	0,72	
Wasser	nicht best.			8,86	7,43	
	99,45			100,00		

Die Umänderung besteht wesentlich in Wasseraufnahme, zwei Atome Broncit haben ein Atom Wasser aufgenommen. Genauer ist a = 10 R O + 11 Si O^2 + 5,7 aq.

Dem grünlichgrauen Verwitterungsprodukt des Broncites von der Baste, welches Köhler[1]) als krystallisirten Diallag von der Baste analysirte, hat Hausmann den Namen Diaklasit gegeben. Er enthält (sp. G. 3,054) a.

	a	b
SiO^2	53,74	52,81
$\ddot{A}l$	1,33	1,54
Fe O	11,51	12,63
Mn O	0,23	—
Mg O	25,09	27,41
Ca O	4,73	1,07
Wasser	3,76	4,44
	100,39	99,90

O. a. 14,05 . 0,62 . 28,66 . 3,34: etwa 4 R O Si O^2 + aq.
b. 14,08 . 0,72 . 28,17 . 3,95: etwa 7 R O Si O^2 + 2 aq.

Die Analyse b. eines grünlichen Broncites, der mit Saussurit in der Gruppe der Hornblendeschiefer des Gneisses bei Wurlitz, Fichtelgebirge, vorkommt, lieferte Sander.[2])

Ueber messinggelbes Verwitterungsprodukt des Broncites aus dem Radauthal, das dem Diaklasit ähnlich ist, vergl. Streng.[3])

Bei weiterer Verwitterung entsteht Bastit (Schillerspath): die Menge der Kieselsäure, die Härte und das specifische Gewicht nehmen ab, die Wassermenge nimmt zu. Besteht schematisch

Broncit aus 40 pCt. Mg O + 60 pCt. Si O^2, enthält (wasserfrei berechnet)
Bastit 45 pCt. Mg O 55 pCt. Si O^2 und wasserhaltig (nach der Formel 6 Mg O + 5 Si O^2 + 4,5 aq
berechnet) 38,6 pCt. Mg O + 48,3 pCt. Si O^2 + 13,1 pCt. Wasser, so muss,

[1]) Pogg. Ann. 13. 111. 1828. — [2]) Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1875. 386. — [3]) Jahrb. Miner. 1862. 532.

um Bastit zu bilden, ausser der Aufnahme von Wasser, Kieselsäure entfernt oder Magnesia zugeführt werden. Aber schwerlich ist der Prozess so einfach, wie in einem Theil der folgenden Analysen die Einführung von Alkali zeigt.

Analysen von Bastit (Schillerspath).

	1	2	3	4
$Si O^2$	43,90	43,77	39,44	39,10
$\ddot{\ddot{A}}l$	1,50	6,10	8,61	3,61
$\ddot{\ddot{C}}r$	2,37	Spur	—	—
Fe O	10,78	7,14	5,90	8,08
Mn O	0,55	—	0,21	—
Mg O	26,00	30,92	27,88	33,60
Ca O	2,70	1,17	3,62	3,28
$Na^2 O$	0,47	—	0,69	—
$K^2 O$			0,47	—
Wasser	12,42	11,80	12,45	12,60
	100,79	100,40	98,72	100,22

O 1. 13,80 : 1,45 : 23,41 . 11,04.
2. 14,29 . 2,84 . 23,84 . 10,04
3. 13,58 4,02 21,08 . 11,07
4. 16,16 . 1,68 . 20,85 . 11,20

1. Baste, Harz. Köhler. Sp. G. 2,652. Pogg. Ann. 11. 207. 210 und 13. 102. 1827.

2. Todtmoos, Schwarzwald. Weiss (Hetzer). Sp. G. 2,55 bei 14°. Pogg. Ann. 119. 455. 1863.

3. Brückenkopf, östlich von Jlfeld. Streng. Sp. G. 2,5. Zs. geol. Ges. 11. 80. 1859. Noch 0,28 pCt. Kupferoxyd enthaltend.

4. Pisani. Elba, la Venella, aus Serpentin. Sp. G. 2,59. Compt. rend. 83. 168. 1876.

Auf fein eingesprengtes Chromeisenerz ist in 1. der Gehalt an Chromoxyd zu beziehen.

Nach Tschermak ändert sich in Kraubath, Steiermark, Broncit in ein blassgrünes, blätterig faseriges, fast nur aus Talk und etwas Klinochlor bestehendes Product um. In dem graulichgrünen, weichen, milden, aus Talk und Chlorit bestehenden Phästin von Kupferberg, Fichtelgebirge, fand Wollf

$Si O^2$	$\ddot{\ddot{A}}l$	$\ddot{\ddot{F}}e$	Fe O	Mg O	Ca O	Wasser	
53,16	2,95	2,69	3,52	32,87	1,55	3,50	= 100,24; sp. G. 2,886.[1]

Ohne Rücksicht auf $\ddot{\ddot{A}}l$ und $\ddot{\ddot{F}}e$ als Fe O berechnet $= 9 R O Si O^2 + aq.$

Sandberger sah in Winklarn, Oberpfalz, Enstatit zum Theil in Bastit, zum Theil in ein Gemenge von Bastit und Talk, zum Theil in Talk umgewandelt. Er betrachtet Phästin als Gemenge von Talk und Klinochlor in

[1]) Wien. Akad. Ber. 53. 524. 1866 = J. Miner. 1866. 828.

wechselnden Mengen.[1]) Nach v. Zepharovich kommt am Berge Zdjar bei Böhmisch Eisenberg Enstatit in Speckstein umgewandelt vor.[2])

Chrysotil aus Broncit entstanden, erwähnt Genth von Marble Township, Delaware Co., Pennsylvanien.[3]) Spaltbare und faserige Massen von Broncit fand J. Dana in allen Stadien der Umänderung zu dunkelgrünem Serpentin in der Eisengrube Tilly Foster, Putnam Co., New-York.[4]) Dathe erwähnt dieselbe Umänderung aus dem Serpentin von Langenberg, Sachsen;[5]) Weigand aus dem Serpentin von Starkenbach,[6]) Vogesen, Rosenbusch aus dem Lherzolith.[7])

Nach von Drasche sind die serpentinartigen Gesteine von Heiligenblut, Windisch Matrey, vom Greiner und von Mayo, Irland, Broncitdiallaggesteine, deren etwaiger Olivingehalt in Serpentin übergegangen ist.[8])

Knop fand in Waldheimer Serpentin den tombakbraunen Broncit mehr oder weniger umgewandelt in ein ausgezeichnet blättriges Mineral mit den wesentlichen Eigenschaften des Chlorites. Es verlor durch Glühen $11_{,42}$ pCt. und enthielt $Si\,O^2$, $\ddot{A}l$, $Fe\,O$, $Mg\,O$ und Wasser.[9]) Die fehlende Bestimmung der Thonerde macht die Bezeichnung Chlorit unsicher.

Glimmer als wahrscheinliches Umwandlungsproduct des Enstatites erwähnt K. Pettersen aus Olivinfels von Stabben in der Nähe von Tromsoe.[10]) Die geringe Menge der Thonerde im Enstatit lässt diese Umwandlung wenig wahrscheinlich erscheinen. Pettersen fand auch körnigen Magnesit als Umwandlungsproduct des Enstatites am Slunkasberge im Amt Nordland.[11])

Umänderung der Hornblende.

Breithaupt fand Serpentin pseudomorph nach Hornblende im Serpentin von Easton, Pennsylvanien.[12]) Nach G. Rose sind die Flächen der pseudomorphen Krystalle matt und glatt,[13]) die grünlichgelben Pseudomorphosen nach Scheerer innen durch eine grünlichgelbe, krystallinische, stark durchscheinende Masse stetig ausgefüllt und ergeben nach der Analyse vollkommen die Serpentinzusammensetzung.[14]) Auch aus der Grube Engelsburg bei Pressnitz, Böhmen, sah Breithaupt Strahlstein, der zum Theil mit Beibehaltung der Spaltungsumrisse, endlich bis zum Verschwinden derselben in dichten edlen Serpentin übergeht.

Weygand fand den Serpentin des Gneisses im Rauenthal, Vogesen, aus Hornblende hervorgegangen; der geringe Thonerdegehalt derselben findet sich

[1]) Jahrb. Miner. 1867. 80. cf. ib. 174. — [2]) Miner. Lex. f. Oestr. I. 427. — [3]) Sill. Amer. J. (2) 33. 203. 1862. — [4]) ib. (3) 8. 448. 1874. — [5]) Jahrb. Miner. 1876. 339. — [6]) Tschermak. Miner. Mitth. 1875. 194. — [7]) Mikr. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 536. — [8]) Tschermak Miner. Mitth. 1871. 3—12. — [9]) Blum. Pseudom. III. 166. — [10]) Jahrb. Miner. 1876. 620. — [11]) ib. 516. — [12]) Blum. Pseudom. 140. aus Schweigger-Seidel. N. Jahrbuch etc. 3. 382. 1831. — [13]) Pogg. Ann. 82. 523. 1851. = Blum. Ps. II. 59. Vgl. Dana. Amer. J. Sc. (2) 19. 368. [14]) Jahrb. Miner. 1855. 565. aus Nachrichten d. Ges. d. Wissensch. in Göttingen. 1854. No. 7. 105. u. ff.

als Chlorit (etwa 6,6 pCt. des Ganzen), ein Theil des Eisens als Magneteisen. Auf Klüften und Spalten ist Chrysotil entstanden. Das Gestein besteht aus[1])

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	MgO	CaO	Wasser	
36,94	1,35	6,87	3,96	36,02	1,39	13,09	= 99,62

Am „Diorit" des Silvaplaner Sees bemerkte vom Rath ein unmerkliches Verlaufen in Serpentin; ein Serpentin mit zahlreichen Oligoklaskörnern bildet den Uebergang.[2]) Analysen der Hornblende und des Serpentins liegen nicht vor. Grünlichschwarze derbe Hornblende fand J. D. Dana in dunkelgrünen Serpentin, zum Theil mit Erhaltung der ursprünglichen krystallinischen Zusammensetzung, umgewandelt in der Grube Tilly Foster, Putnam Co., New-York.[3]) An Vorkommen nächst Matrei, Tyrol, möchte Pichler eine Pseudomorphose von Strahlstein in Serpentin annehmen.[4]) In Serpentin umgewandelte Hornblende fand Kalkowsky in den Serpentinen des Eulengebirges.[5])

Aus dunkelgrünem, grosskrystallinischem Amphibolit I, dessen Hornblende stellenweise matt oder lüstrefarbig ist, geht nach Lemberg[6]) in Selgapajalax, Insel Hochland, Serpentin a hervor mit schwachen Spuren der Hornblenden.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Wasser	
I	45,56	2,96	15,76	23,51	2,80	8,57	= 99,16
a	38,91	1,58	14,78	29,50	0,29	15,04	= 100,10.

Chrysotil aus Strahlstein entstanden, findet sich nach Genth in Marble Township, Delaware Co., Pa.[7])

Nach Sillem findet sich am wilden Kreuzjoch, Pfitschthal, Strahlstein in grünlichgrauen, seidenglänzenden Talk umgewandelt. Die Lage der Blätterdurchgänge des Talks liegt der Axe der Säulen parallel;[8]) nach Volger[9]) erwähnt Blum Talke des Urserenthals, welche aus Strahlstein hervorgingen, und Talke des Tremolathales, die aus Tremolit entstanden. Scheerer fand in weissem faserigem Talk des Gotthard, zum Theil Hornblendeform zeigend, a, und in grünlichweissem Talk (sp. G. 2,79), spaltbar nach dem Hornblendeprisma, von Fenestrelles, Piemont, b.

	a.	b.
SiO^2	61,51	62,29
$\dddot{Al}$	0,83	0,15
FeO	0,12	1,22
MgO	30,93	31,55
CaO	3,70	—
Wasser	2,84	4,83
	99,93	100,04

[1]) Tschermak. Min. Mitth. 1875. 200. — [2]) Zs. geol. Ges. 9. 230. 1857. — [3]) Amer. J. Sc. (3) 8. 448. 1874. — [4]) Jahrb. Miner. 1871. 54. — [5]) Gneissformation des Eulengebirges. 1878. 44. — [6]) Archiv. f. Naturk. Liv-, Esth- und Kurlands. I. Ser. 4. 378. 1868. In Thonerde in beiden Analysen etwas Chromoxyd. cf. ib. Lagorio 8. 189. 1876. — [7]) Sill. Amer. J. (2) 33. 203. 1862. — [8]) Jahrb. Miner. 1851. 403. = Blum. Ps. III. 137. — [9]) Talkglimmerfamilie. 1855. 549. u. ff.; Blum. Pseudom. III. 138.

Die Umänderung bestand wesentlich in Aufnahme von Wasser und Ersatz des Kalkes durch Magnesia.

H. Müller fand in Talk umgeänderten Strahlstein in Greifendorf.[1]) Ueber Talk nach Grammatit vom Westabhang der Koralp, Kärnthen, berichtet Tschermak. Bisweilen enthalten die Stengel noch etwas lichtbräunlichgrauen Grammatit, die Umwandlung begann von aussen und verbreitete sich durch die Spaltungsrisse weiter.[2]) Talk, aus Hornblende hervorgegangen im Serpentingestein zwischen Lampersdorf und Weigelsdorf und bei Nimptsch,[3]) erwähnt Liebisch, Talk nach Smaragdit aus dem Saassthal, Wallis, Blum[4]) und nimmt an, dass der Smaragdit aus Diallag entstanden sei. Des Cloizeaux fand in la Molle bei Cogolin, Département du Var, eine faserige Hornblende fast ganz in talk- oder specksteinähnliche Masse umgewandelt, begleitet von grossen Klinochlorblättchen.[5])

In Grammatit von Oxbow, New-York, nach Blum in grauen, zum Theil schwarzen Speckstein umgeändert unter Erhaltung der auseinanderlaufend strahligen Zusammensetzung,[6]) fand Bischof: [7])

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	CaO	MgO	$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	Glühverlust	
63,25	0,14	4,56	0,04	28,92	0,07	0,24	0,86	= 98,08.

Nach Peters wandelt sich der stengeligstrahlige Tremolit in Rezbanya in ein röthlichgraues, steatitartiges, etwas Thonerde enthaltendes Magnesiakalksilikat um,[8]) nach Volger Strahlstein von Traversella in Steatit,[9]) nach von Zepharovich der Grammatit von Moravitza mehr oder weniger in Steatit.[10])

Strahlstein der Heinrichsburg bei Mägdesprung und von Orijärfvi, Finnland, fand Sillem zum Theil unter Erhaltung der stengelig strahligen Zusammensetzung in Speckstein umgewandelt. Bald ist die Umwandlung vollständig, bald nur eine äusserliche.[11]) Nach Blum findet sich der Strahlstein des Chloritschiefers im Pfitschthal mehr oder minder in Glimmer umgewandelt[12]) (vergl. Chlorit nach thonerdehaltiger Hornblende).

Verwitterung zu Asbest kommt bei thonerdefreien, sparsamer bei thonerdehaltigen Hornblenden vor, aber auch bei den entsprechenden Augiten.

Für erstere sind sichere Fundorte Gotthard, Sterzing, Arendal,[13]) Granite am Ehrenberg bei Ilmenau,[14]) Hornblendeschiefer von Zöptau,[15]) New-York, Island,[16]) Hof Rinne bei Krageroe,[17]) Amphibolit von Selgapajalax, Insel Hochland (s. No. 7) u. s. w. Dahin gehört auch der Bergkork und das Bergholz.

Die Zusammensetzung wechselt bedeutend, neben einer kalkreichen Gruppe kommt eine kalkarme bis kalkfreie vor. Eisenoxyd und Wassermenge variiren

[1]) Jahrb. Miner. 1846. 280. — [2]) Miner. Mitth. 1876. 65. — [3]) Zs. geol. Ges. 29. 732. 1877. — [4]) Jahrb. Miner. 1868. 808. — [5]) Minér. I. 535. — [6]) Blum. Pseudom. I. 15. — [7]) Chem. Geol. II. 675. Der Verlust rührt zum Theil von organischer Substanz her. — [8]) Ber. Wien. Akad. 44. 126. 1861. — [9]) Talkglimmerfamilie. 1858. 390. — [10]) Jahresber. Lotos. 1877. — [11]) Jahrb. Miner. 1851. 402 u. 1852. 521. = Blum. Pseudom. II. 12. — [12]) Pseudom. III 98. — [13]) Jahrb. Min. 1852. 525. Sillem. — [14]) Zs. geol. Ges. 12. 104. 1860. C. von Fritsch. — [15]) Kenngott. Resultat mineral. Forschungen. 1862—65. 170. — [16]) Dana. Miner. 242. — [17]) Weibye. Karsten u. v. Dechen Arch. f. Miner. 22. 514. 1848 u. Jahrb. Miner. 1849. 777. Mit Erhaltung der Form der Hornblende.

stark, Magnesia ist immer reichlich vorhanden, bisweilen findet sich etwas Alkali.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
$Si O^2$	57,20	61,51	58,33	46,43	59,49	54,62	53,00
$\dddot{A}l$	—	0,83	Spur	—	2,91	3,00	0,55
$\dddot{F}e$	—	—	—	9,38	6,58	5,05	3,11
Fe O	4,37	0,12	8,76	—	—	—	8,43
Mn O	—	—	—	1,38	—	—	—
Mg O	22,85	30,93	29,34	28,80	26,84	27,29	24,54
Ca O	13,39	3,70	—	5,06	0,64	5,82	6,69
$Na^2 O$	—	—	0,88	—	—	—	—
$K^2 O$	—	—	Spur	—	—	—	—
Wasser	2,43	2,84	2,26	8,58	4,36	4,97	2,89
	100,24	99,93	99,57	99,63	100,32	100,75	99,12

1. Bergkork, Zillerthal. Scheerer. Pogg. Ann. 84. 383. 1851.

2. Asbest, begleitet Tremolit, Gotthard. Scheerer.

3. 4. Veränderter asbestförmiger Tremolit (wasserhaltiger Anthophyllit, Thomson) New-York Island. 3. Smith und Brush, 4. Joy.

5. Bergholz. Rottenzechau. In Rammelsberg's Laboratorium.

6. Langfaseriges, gelblichweisses, seidenglänzendes Mineral, innig verwachsen mit grünem Strahlstein. In Serpentin von Zöblitz. Lemberg. Zs. geol. Ges. 27. 538, 1875.

7. Dunkelgrüner, sehr fester Asbest; aus Amphibolitgestein (mit 5,21 pCt. $\dddot{A}l$ und 46,43 pCt. $Si O^2$) in Selgapajalax, Insel Hochland. Der oberflächlich hellbraune bis weisse Asbest ist sehr ähnlich zusammengesetzt. Lemberg. Archiv für Naturkunde Livlands etc. (1) 4. 204. 1867.

Hierher gehört auch Jade orientale (Nephrit zum Theil), der nach Damour dichter Grammatit oder Strahlstein ist und bei 2,96—3,06 sp. G. etwa der Formel $3 Mg O (Fe O) Si O^2 + Ca O Si O^2$ entspricht.

Ueber Umwandlung von Asbest s. bei Augit.

Veränderungen thonerdefreier Augite.[1])

Die eisenreichen Augite, wie Hedenbergit, zeigen häufig an der Oberfläche Bildung von Eisenoxydhydraten; Sillem beobachtete dasselbe an Jeffersonit von Franklin.[2]) Aus den eisenarmen Augiten wird bei der Verwitterung vorzugsweise Kalk, weniger Kieselsäure entfernt, Wasser, vielleicht auch Magnesia, aufgenommen, wie die Analysen des Salites von Sala I, a, b nach H. Rose,[3]) und des Pikrophylls von Sala c nach Svanberg[4]) zeigen.

[1]) Ueber Pseudomorphosen von Brauneisen nach Malakolith s. complicirte Verwitterung von Kalkspath; über Augit bei Einwirkung von verwittertem Schwefelkies s. Schwefelkies. — [2]) Jahrb. Miner. 1851. 330. u. 1852. 529. — [3]) Gilbert. Ann. 72. 66. 1822 nach Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1860. 457. — [4]) Berzelius. Jahresber. f. 1839. 217. Pogg. Ann. 50. 662.

	I.	a.	b.	c.
$Si O^2$	54,86	56,27	60,35	49,80
$\ddot{A}l$	0,21	0,45	—	1,11
Fe O	4,44	5,13	4,16	6,86
Mn O	—	—	0,78	—
Mg O	16,49	21,58	25,07	30,10
Ca O	23,57	10,89	4,94	0,78
Glühverlust	0,42	3,12	4,52	9,83
	99,99	97,44	99,82	98,48

In dem frischen Salit I. O von R O : $Si O^2$ = 1 : 2 ist R O = 8 Ca O + 9 Mg Fe O,

im verwitterten Salit a. „ „ = 1 : 2,33 „ = 1 „ + 3 Mg Fe O,

im verwitterten Salit b. „ „ = 1 : 2,57 „ = 1 „ + 8 Mg Fe O,

im Pikrophyll c. (sp. G. 2,73) 3 R O $Si O^2$ + 2 aq = 1 : 1,93 „ = 1 „ + 62 Mg Fe O.

Die verwitterten Salite a und b sind matt, weich, vor dem Löthrohr fast unschmelzbar und von dem durch die Verwitterung entstandenen Kalkspath umgeben, haben aber die Spaltbarkeit nicht ganz verloren.

Breithaupt beobachtete Pikrophyll in den Formen des Augites, obwohl er meist in dunkelgrünen, stengeligblättrigen Aggregaten vorkommt.[1])

Monradit (A. Erdmann)[2]) ist nach Dana[3]) umgeänderter Augit oder umgeänderte Hornblende. Das gelbliche derbe Mineral (sp. G. 3,267) enthält

$Si O^2$	Fe O	Mg O	Wasser
56,17	8,56	31,63	4,04

= 100,40 = 4 R O $Si O^2$ + aq, R O = 3 Fe O + 20 Mg O.

Hierher gehört wohl auch der Pikrosmin 2 R O $Si O^2$ + aq, R O wesentlich Mg O.

Serpentin[4]) nach Augit fand Breithaupt 1825 auf Grube Unverhofft Glück an der Achte bei Schwarzenberg, Sachsen, und in Fahlun[5],) G. Rose in Easton, Pennsylvanien,[6]) Kenngott beschrieb eine dem Serpentin ähnliche Pseudomorphose des Diopsids, wahrscheinlich aus dem Alathal,[7]) Blum[8]) und vom Rath erwähnen bei Fassait von Pesmeda, Monzoni, theilweise oder vollständige Umwandlung in Serpentin.[9]) Die Krystalle verlieren hier Glanz, Farbe, Härte

[1]) Jahrb. Miner. 1853. 836. Blum, Pseud. III. 145. — [2]) Berz. Jahresber. für 1842. 23. 269. — [3]) Mineral. 221. — [4]) Ueber Serpentin nach Fassait, Fassathal, s. auch Monticellit. — [5]) Schweigger-Seidel. Jahrb. Chem. Pharm. 1831. 3. 382; Blum. Pseud. 140. — [6]) Pogg. Ann. 82. 523. 1851. = Blum. Pseudom. II. 56. — [7]) Wien. Akad. Ber. 16. 161. 1855. = Blum. III. 146. — [8]) Pseudom. I. 83. — [9]) Zs. geol. Ges. 27. 395. 1875. Nach p. 382 kommen sie auch im nahen Toal di Foglia vor. Die Fassaite gehören nach den Analysen von Kudernatsch, Barthe, vom Rath, Dölter, Lemberg zu den thonerdereicheren Augiten. Des Cloizeaux stellt sie zum Diopsid. Wahrscheinlich giebt es sehr thonerdearme Abänderungen.

und Schärfe der Umrisse, sind matt, graulich oder gelblich, meist ohne Spur von Spaltbarkeit, aussen porös.

Nach Dölter gehört hierher der Vorhauserit vom Pesmedakamm, der aus Augit und einem nicht polarisirenden Mineral besteht.[1]).

Nach Oellacher enthält der Vorhauserit[2]) (sp. G. 2,45):

SiO^2	FeO	MnO	MgO	Wasser	Kalkphosphat u. Chlorcalcium	
41,21	1,72	0,30	39,24	16,16	0,96	= 99,59,

etwa $9 RO + 6 SiO^2 + 8 aq$. Er kommt zusammen mit Kalk und mit Granat vor.

Bei allen diesen Umwandlungen wäre der Kalkgehalt des Augites vollständig entfernt worden.

Als Rensselaerit bezeichnete Emmons Pseudomorphosen von Augit in Speckstein. T. Sterry Hunt fand darin[3])

1. Canton, New-York.
2. Charleston Lake, Canada, sp. 2,644

	SiO^2	FeO	MgO	Wasser	
1.	61,10	1,62	31,63	5,60	= 99,95.
2.	61,90	1,45	30,42	6,54	= 100,31.

Die Analysen entsprechen der Formel $8 RO + 10 SiO^2 + 3$ bis $3^2/_3$ aq.

Pyrallolith, körnig, aus spaltbaren Körnern bestehend, sp. G. 2,757, aus körnigem Kalk von Grenville, Canada, hat nach Hunt dieselbe Zusammensetzung.

(Pyrallolith von Pargas ist nach Fischer nicht homogen; in der blättrigen Varietät erkannte er ein Gemenge von Malakolith und Chondrodit.[4]) Die finnischen Pyrallolithe enthalten bei sehr wechselnder Zusammensetzung (SiO^2 48—76 pCt.) alle Kalk (bis 10 pCt.).

Der Rensselaerit ist nach Dana im nördlichen New-York und in Canada verbreitet[5]) und geht bisweilen unmerklich in Serpentin über.

Blum führt ihn speciell von Antwerp an, wo an den Spaltungskrystallen die Augitwinkel ziemlich genau zu messen sind.[6]) Der Kalkgehalt des Augites ist bei der Umwandlung in den weissen, grünlichen, selbst dunkel gefärbten Rensselaerit vollständig entfernt und dafür Magnesia aufgenommen. Hortonit ist nach Dana eine steatitische Augitpseudomorphose aus Orange Co., New-York.[7])

Umwandlung des Diopsids in Speckstein führt v. Zepharovich an von Frain, Mähren,[8]) Haidinger von Hodritsch.[9])

Talk nach Malakolith beschreibt Blum aus dem Pfitschthal. Die lauchgrünen, rundlichen, rissigen Pseudomorphosen zeigen, dass die Umwandlung

[1]) Tschermak. Min. Mitth. 1875. 5. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 8. 360. 1857. — [3]) Logan. Geology of Canada. 1863. 471. Beck analysirte eine mit Augit gemengte unreine Varietät von Canton mit 1 pCt. Kalk und nur 2,85 pCt. Wasser. = Blum. Pseudom. III. 142. — [4]) Kritische Studien. I. 1871. 35. — [5]) Mineral. 454. — [6]) Blum. Pseud. I. 76. — [7]) Dana. Miner. 222. — [8]) Miner. Lex. f. Oesterreich I. 428. — [9]) ib. II. 41. und Haidinger. Jahrb. geol. Reichsanst. 4. 183. 1853.

von der Anwachsstelle begann, von innen nach aussen vorschritt und Reste von Augit hier und da als feine Rinde übrig liess. Der ausgeschiedene Kalk bedeckt als Kalkspath an einzelnen Stellen die Pseudomorphosen.[1]) Nach Breithaupt bildet ein talkähnliches, grünlichschwarzes, an der Luft leberbraun werdendes Mineral (sp. G. $2{,}_{860}$—$2{,}_{881}$) auf einem Fallband zu Snarum Pseudomorphosen nach Augit.[2]) Rosenbusch fand Malakolith von Gefrees fast ganz in eine feinfaserige bis filzige, talkähnliche Substanz umgewandelt.[3])

Verwitterte Augite werden faserig, asbestartig. Blum konnte in grünen Augiten des Brozzothales und Val Locana, Piemont, die von aussen beginnende Umänderung verfolgen;[4]) Sillem fand in Windisch Matrey die Fasern der Krystallaxe parallel.[5]) Bei Predazzo, im Val di Rif und am Nordostabhang des Viezena sind nach von Richthofen die der Hauptaxe parallelen Fasern durch einen weiter vorgeschrittenen Uralitbildungsprocess entstanden.[6])

Im Diopsid von Reichenstein, welcher zum Theil in Asbest übergeht, und in dem aus I entstandenen Asbest a fand Richter[7])

	SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	CuO	Wasser		
I	$54{,}_{50}$	$1{,}_{10}$	$3{,}_{00}$	$18{,}_{96}$	$21{,}_{41}$	—	$1{,}_{19}$	=	$100{,}_{16}$
a	$55{,}_{85}$	$0{,}_{56}$	$5{,}_{22}$	$23{,}_{99}$	$11{,}_{66}$	$0{,}_{40}$	$2{,}_{15}$	=	$99{,}_{83}$

O in I $14{,}_{87} : 0{,}_{51} : 28{,}_{07}$
a $14{,}_{09} . 0{,}_{26} : 29{,}_{79}$

Die Abnahme des Kalkes in a tritt deutlich hervor.

Die von Sillem aus Canaan, Connecticut, erwähnten, aussen graulich-, innen schneeweissen, zum Theil krystallinisch körnigen, zum Theil faserigen Augitkrystalle[8]) enthalten nach List[9]) etwa 54 pCt. SiO^2; $18{,}_6$ MgO; $10{,}_6$ CaO; 8 $MgOCO^2$; 8 $CaOCO^2$ und $0{,}_9$ pCt. Wasser, neben Spuren von Eisenoxyd und Thonerde. (Ueber das weisse thonerdefreie Augitgestein, Canaanit, das dort von Dolomit überlagert wird, vergl. Dana.[10]) Nimmt man an, dass aus Kalk und Magnesia zum Theil Karbonat gebildet wurde, so enthielt der Augit $2 MgOSiO^2 + CaOSiO^2$.

Nach Genth ist der Asbest von Texas, Lancaster Co., Pennsylvanien, in graulichweissen faserigen Serpentin umgewandelt; ebenso in Providence Township, Delaware Co., Pa; Baltimorit ist nach ihm zu Serpentin umgewandelter Asbest.[11])

Websky sah in Kupferberg, Schlesien, bei seladongrünem excentrisch strahligem Diopsid, der mit Colophonit, etwas Glimmer und verwittertem Dolomit vorkommt, jedes Individuum in ein Aggregat von Strahlsteinnadeln verwandelt, deren Längsaxen zwar im Allgemeinen der Lage des ursprünglichen Krystalls folgen, aber innerhalb desselben wieder einen besonderen, excentrisch

[1]) Blum. Pseudom. III. 136. — [2]) Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 850. — [3]) Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 299. — [4]) Blum. Pseudom. 165. Nach Pseudom. III. 157, auch am Wildkreuzjoch, Pfitschthal. — [5]) Jahrb. Miner. 1852. 525. — [6]) Wien. Akad. Ber. 27. 243. 1858. Diese Asbeste werden wohl einen grösseren Thonerdegehalt aufweisen. — [7]) Pogg. Ann. 84. 384. 1851. = Blum. Pseudom. III. 156. — [8]) Jahrb. Miner. 1851. 399. und 1852. 527. — [9]) ib. 1852. 819. — [10]) Miner. 803. 322. 220. — [11]) Sill. Amer. J. (2) 33. 203. 1862.

geformten, langgestreiften Büschel darstellen.[1]) Dahin gehört auch die uralitähnliche Pseudomorphe des innen faserigen Traversellites von Traversella, in welchem Richter[2]) fand

	SiO^2	$\dddot{A}l$	FeO	MgO	CaO	Wasser		
	52,39	1,21	20,46	14,41	7,93	3,69	=	100,09
O	27,94	0,56	4,55	5,76	2,27	3,28	=	12,58. 0,56. 27,94. 3,28

Nach Fischer kommen Traversellite vor, deren Kern Augit ist; auf denselben folgt nach aussen eine schmale olivengrüne, undeutlich körnige und faserige Grenzzone, während sich die parallelfaserige seladongrüne Peripherie wie Strahlstein verhält.[3])

Blum erwähnt Umwandlung des Malakolithes in Strahlstein und Asbest von Chester Co., Pennsylvanien,[4]) Umwandlung in Strahlstein von Elba,[5]) von gräulichweissem Augit in Hornblende aus Orange County, New-York.[6])

Lauchgrünen Augit, nur nach der Abstumpfung der scharfen Prismenkante in dünne Blättchen spaltbar, wobei die Spaltungslamellen aus unter sich und mit der Hauptaxe des Krystalls parallelen, seidenglänzenden Fasern bestehen, mit zum Theil rauhen faserigen Flächen nannte Scheerer Pitkärandit[6]) nach dem finnischen Fundort.

1. Analyse von Richter,[7]) 2. von Frankenhauser.[8])

	1	O	2	O
SiO^2	61,25	32,67	54,67	29,16
AlO^3	0,41	0,19	1,34	0,63
FeO	12,71	2,82	12,84	2,85
MnO	0,83	0,19	0,60	0,14
MgO	13,30	5,32	12,52	5,01
CaO	9,17	2,62	14,42	4,12
Wasser	2,52		2,80	
	100,19		99,19	

O von $RO : R^2O^3 : SiO^2$ = 10,95 : 0,19 : 32,67 in 1. CaO : MgO FeO MnO = 1 : 3,18
12,12 : 0,63 : 29,16 in 2. CaO : MgO FeO MnO : 1 : 1,94

Der Pitkärandit gehört nach Des Cloizeaux[9]) zu den Uraliten; nach Fischer ist er dichroitische Hornblende, welche im Begriff steht sich in Diallag umzuwandeln. Zwischen den Fasern liegen Feldspathblätter und Kalkspathpartikel.[10])

[1]) Zs. geol. Ges. 5. 386. 1853. — [2]) Pogg. Ann. 93. 111. 1854. Jahrb. Miner. 1859. 206. Blum. Pseudom. 162. — [3]) Kritische mikrosk. miner. Studien I. 16. 1871. — [4]) Pseudom. 157. — [5]) ib. III. 161. — [6]) Pseudom. 163. — [7]) Pogg. Ann. 93. 101. 1854. — [8]) Rammelsberg. Handb. Mineralch. 1875. 401. — [9]) Minér. II. XXI. — [10]) Kritische Studien I. 1871. 13.

Michel-Lévy fand im Ophit von St. Béat den Augit vollständig in Uralit, wahrscheinlich zum grössten Theil in Strahlstein umgewandelt, der seinerseits wieder zu Chlorit umgesetzt ist.[1]

Umänderungen des Diallags.

Von verwitterten und umgeänderten Diallagen liegen folgende Analysen vor:

1. Aus Gabbro. Baste; sp. G. 3,01. Streng. Jahrb. Miner. 1862. 939.
2. Aus Serpentin des Gabbro; Resinar SW von Hermannstadt, Siebenbürgen. Tschermak. Ber. Wien. Akad. 56. 267, 1867. Analyse von Schwarz. (Anorthit liess sich nicht vollständig entfernen).
3. Aus Serpentin, Ham, Canada. Hunt. Logan. Geol. of Canada. 469. 1863.
4. Aus Orford, Canada. sp. G. 3,02—3,03. ib.

	1	2	3	4
$Si O^2$	45,73	46,45	50,00	47,15
$\ddot{Al}$	5,60	2,10	—	3,45
$\dddot{Fe}$	12,18	—	—	—
Fe O	8,00	9,44	13,59	8,73
Mg O	12,55	6,92	27,17	24,56
Ca O	8,86	27,82	3,80	11,35
Alkali	0,55	—	—	—
Wasser	4,68	4,46	6,30	5,83
	98,15	97,19	100,86	101,07

Es ist schwer, nach diesen Zahlen die Umänderungen des Diallags darzustellen.

Ueber verwitterten schillernden Diallag aus grünem Gabbro von Volpersdorf s. G. Rose.[2]

Pyrosklerit von Forte Falcone bei Porto Ferrajo, Elba, nannte v. Kobell das grünliche Verwitterungsprodukt des Diallags aus dem dortigen Gabbro. Nach Fischer ist der verwitterte Labrador (Chonikrit) so eng mit Pyrosklerit verwachsen, dass reine Substanz auszulesen unmöglich ist. Der Chromgehalt (1,43 pCt. $\bar{Cr}O^3$) rührt wahrscheinlich von beigemengtem Chromeisen her.[3] Dieselben Mineralien kommen ähnlich entstanden nach d'Achiardi vor im Canale di Mozzanella bei Villa Collemandrina in Garfagnana, Toscana.[4] Am Forte Falcone konnte er den Diallag theilweise in Pyrosklerit umgewandelt beobachten und glaubt Pyrosklerit auch im Gabbro von Impruneta gefunden zu haben.[5]

Umwandlung des Diallags in Serpentin fand G. Rose am Auschkulsee, südlich von Miask, im Serpentin. Das gelblichgrüne, in einer Richtung voll-

[1] Bull. géol. (3) 6. 169. 1878. — [2] Zs. geol. Ges. 19. 295. 1867. — [3] Kritische mikrosk. mineralog. Studien I. 21. 1871. — [4] Mineralogia della Toscana 2. 366. 1873. — [5] ib. 2. 326.

kommen, in einer darauf rechtwinkligen Richtung unvollkommen und mit unebenen Flächen spaltbare Mineral[1]) (sp. G. 2,57) enthält nach Hermann[2])

	SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MgO	Wasser	
	40,21	1,82	9,13	35,09	13,75	= 100,00
O	21,45	0,85	2,08	14,04	12,23	
	5,27		4		3	

Diallag mit Beibehaltung der Struktur in Serpentin umgewandelt fand Berwerth in verwittertem Gabbro bei Rosignano, S. von Pisa.[3]) Auch Rosenbusch erwähnt diese Umwandlung aus Gabbro, welche meist auf ein Strahlsteinstadium, aber auch wahrscheinlich direkt erfolgt.[4]) Michel-Lévy fand in Ophiten Umwandlung der Diallage in Serpentin.[5])

Nach Blum ist der grünweisse Talk von Pressnitz eine Pseudomorphose nach Diallag. Scheerer[6]) fand darin

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Wasser	
58,46	0,09	1,09	32,88	0,66	6,56	= 99,64

Diallag von Jano (bei S. Miniato) in Wolchonskoit oder grünen Chromocker umgewandelt erwähnt d'Achiardi.[7])

Nach Rosenbusch und Zirkel findet man den Diallag häufig von den Rändern aus in büschelförmige Hornblendeaggregate aufgelöst oder ganz umgewandelt in ein mikroskopisches Aggregat von Hornblendefäserchen.[8]) Der neuentstandene Amphibol hat bald Habitus und Verhalten des Smaragdites, bald des Aktinolithes, sehr selten entsteht Uralit,[9]) bisweilen Chlorit. Letztere Bildung folgt meist auf das Aktinolithstadium, scheint aber auch direkt zu entstehen.[10]) Michel-Lévy lässt es unentschieden, ob im Gabbro des Mont-Genèvre Diallag sich zu Hornblende oder Aktinot umsetzt oder ob beide ursprüngliche Bildungen sind.[11]) In den Ophiten sah er Umwandlung des Diallags in Hornblende, wahrscheinlich Strahlstein,[12]) der sich zu Chlorit umsetzt.[13]) Die Hornblende scheint hier und da in Biotit umgewandelt zu sein.[14])

Die Magnesiasilikate Talk und Speckstein.

Die nach der Formel $H^2 Mg^3 S^4 O^{12}$ zusammengesetzten Mineralien Talk und Speckstein treten als Verwitterungsprodukte einer Reihe von Mineralien und in Pseudomorphosen auf. Findet sich auch in manchem Talk ein bis auf 5,37 pCt. steigender Thonerdegehalt, so gehört doch Vieles, was als Speckstein beschrieben wird, in die Kaolin- oder Chloritreihe, wozu das äussere Verhalten

[1]) Pogg. Ann. 82. 525. 1851. Zs. geol. Ges. 3. 109. 1851. — [2]) Blum. Pseud. II. 57. [3]) Tschermak. Miner. Mitth. 1876. 236 u. fg. — [4]) Mikr. Physiogr. d. massigen Gest. 467. — [5]) Bull. géol. (3) 6. 159. 1878. — [6]) Pseud. III. 137. — [7]) l. c. 2. 226. — [8]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 307. Zirkel. Mikrosk. Beschaffenheit d. Miner. 1873. 183. — [9]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 466. — [10]) ib. 467. — [11]) Bull. géol. (3) 5. 253. 1877. — [12]) ib. (3) 6. 159. 1878. — [13]) ib. 167. [14]) ib. 165.

leicht Anlass gegeben hat. Talk wird auch als Versteinerungsmittel angeführt, wodurch sein Absatz aus Lösung bewiesen wäre, allein die einzige Analyse eines solchen für Talk gehaltenen Minerals aus den Schiefern von Petit Coeur, Tarentaise, lieferte Terreil[1]) folgende Zusammensetzung, welche das Mineral sicher nicht als Talk, viel eher den Piniten nahestehend erscheinen lässt. Er fand in den weichen, seidenglänzenden, fettig anzufühlenden Blättchen

SiO^2	$\ddot{Al}$	$\ddot{Fe}$	MgCaO	Na^2O	K^2O	P^2O^5	Wasser	
$50{,}00$	$36{,}45$	$0{,}37$	$0{,}45$	Spur	$5{,}01$	Spur	$7{,}96$	$= 100{,}24$

Dennoch ist Absatz aus Lösung von Magnesiasilikat für beide Mineralien sicher.

Dass thonerdefreie oder doch thonerdearme Augite und Hornblenden, Enstatit, Olivin u. s. w. durch Verwitterung Talk und Speckstein liefern, wobei das wenige Thonerdesilikat sich im Rest wiederfindet, erklärt sich einfach aus ihrer Zusammensetzung; dass Quarz nach Uebergang in amorphe Kieselsäure durch Magnesiaaufnahme zu Speckstein wird, begreift sich leicht; dass lösliche Mineralien wie Karbonate und Sulphate durch gelöstes Magnesiasilikat in Speckstein pseudomorphosirt werden, entspricht anderen Vorgängen, aber die Umwandlung thonerdereicher Silikate in Talk und Speckstein setzt eine Fortführung von Thonerdesilikat voraus, die, zu den seltneren Fällen gehörig, stets durch die Analyse zu bestätigen ist.

Dass nicht Speckstein oder Talk, sondern thonerdereiche Reste vorliegen, welche als Speckstein bezeichnet wurden, ist nachgewiesen bei Andalusit, Chiastolith, Ceylanit, Orthoklas, Topas und für andere Mineralien wahrscheinlich gemacht. Dazu kommt noch, dass Absatz auf Spalten häufig als beginnende Pseudomorphose gedeutet ist.

Serpentingruppe.

Magnesiareiche Silikate, wie Olivin, Enstatit, thonerdefreie Augite und Hornblenden, Diallag, Chondrodit, geben durch Verwitterung ein wasserhaltiges Magnesiasilikat, Serpentin, schematisch $3\,MgO + 2\,SiO^2 + 2\,aq = 43{,}48\,SiO^2$, $43{,}48\,MgO + 13{,}04$ Wasser, der sehr häufig noch das entsprechende Eisenoxydulsilikat und nicht selten geringe Mengen Alkali, Kalk, Mangan, Nickel, Chrom und Thonerde bis 3 pCt. enthält; Beimengungen, welche sich aus der Entstehungsweise erklären. Abweichungen in der Zusammensetzung rühren zum Theil her aus eingemengten, noch nicht zu Serpentin veränderten Mineralien.

Zu den dichten Varietäten des Serpentins gehören Retinalit, Vorhauserit (s. Augit), Bowenit, zu den schiefrigen und blättrigen Antigorit, Williamsit, Marmolith,[2]) Thermophyllit, zu den faserigen Chrysotil, Pikrolith, Metaxit,

[1]) Compt. rend. 53. 120. 1861. = Blum. Pseudom. III. 272. — [2]) Die von v. Kobell (Jahrb. Miner. 1874. 734) für Marmolith aufgestellte Formel ($5\,MgO + 3\,SiO^2 + 4\,aq$) würde $39{,}82\,SiO^2$, $44{,}25\,MgO$ und $15{,}53$ Wasser verlangen, womit die Analysen nicht stimmen.

Baltimorit,[1]) Hydrophit.[2]) Bergleder aus dem Zillerthal und dem Bergenstift hat Scheerer Serpentinzusammensetzung.[3])

Die häufigen Pseudomorphosen, in welchen Serpentin nach anderen magnesiahaltigen Mineralien vorkommt (s. Dolomit, Brucit, Glimmer, Chlorit u. s. w.) zeigen, dass Serpentin nicht blos durch Verwitterung, sondern auch in anderer Weise entstehen kann, z. B. aus Karbonaten durch Zufuhr von Kieselsäure oder aus Lösungen von Magnesiasilikaten, wenn auch Serpentin als solcher nicht in Wasser löslich ist. Als Gages eine gesättigte Lösung von kieselsaurer Magnesia ($2 MgO + 3 SiO^2 + 4 aq$) in Aetzkali mit verdünnter Lösung von Magnesiabikarbonat behandelte, erhielt er im ausgewaschenen gallertartigen Niederschlag eine Zusammensetzung von

SiO^2	MgO	Wasser	CO^2	
$40{,}285$	$38{,}250$	$19{,}428$	$1{,}450$	$= 99{,}413$

welche dem Serpentin nahesteht.[4])

Bei Verwitterung liefert der Serpentin Brucit $MgO + aq$, Magnesit $MgOCO^2$, Hydromagnesit $4 MgO + 3 CO^2 + 4 aq$, Hydrotalkit, ein Gemenge von Magnesia-Hydrokarbonaten mit Thonerdehydraten (über andere Silikate siehe Kerolith), Spatheisen, Brauneisen, Magneteisen, Chromeisen, Magnochromit, Quarze und Opale, nicht selten gefärbt durch die im Serpentin vorhandenen Metalloxyde von Eisen, Mangan, Nickel, Chrom. Das Nickel ist zum Theil im Magneteisen und Magnetkies des Serpentins vorhanden. Chromeisen entsteht aus dem dem Serpentin eingemengten Picotit und chromhaltigen Augit, (Chromdiopsid), Magneteisen aus dem Eisenoxydulgehalt des Serpentins. Der Kalk der Augite und Hornblenden liefert Aragonit und Kalkspath, der in Serpentin nicht selten als Faserkalk sich findet oder Dolomit[5]), wenn das Kalkkarbonat mit dem Magnesiakarbonat zusammentritt.

In dem verwitterten, graubraunen, Pyrope führenden Serpentin von Meronitz (als Opal aufgeführt) fanden Wertheim[6]) a fettglänzende, b matte Abänderung, Dölter[7]) c harte, grüne, mit Opal imprägnirte Abänderung

	a	b	c
SiO^2	$83{,}73$	$73{,}45$	$80{,}10$
Al	—	—	$0{,}30$
FeO^3	$3{,}58$	$9{,}95$	Spur
FeO	—	—	$2{,}74$
MgO	$0{,}67$	$2{,}13$	$3{,}89$
CaO	$1{,}57$	$1{,}21$	$3{,}08$
Wasser	$11{,}46$	$12{,}89$	$6{,}09$
CO^2			$5{,}24$
	$101{,}01$	$99{,}63$	$100{,}94$

[1]) Nach Genth in Serpentin umgewandelter Asbest. Ein faseriges Mineral von Barehills, Baltimore, mit 7—18 pCt. AlO^3, welches unter dem Namen Baltimorit angeführt wird, gehört nicht hierher. — [2]) Nach Websky (Zs. geol. Ges. 10. 284. 1858) ist Hydrophit von Taberg nur ein eisenreicher Metaxit. Nach Fischer enthält er viel Magneteisen. Dahin gehört auch der Jenkinsit, nach Fischer ist er mit Magneteisen imprägnirt. — [3]) Pogg. Ann. 84. 385. 1851. — [4]) Will. Jahresber. Chem. f. 1864. 844 aus Rep. 33. Brit. Assoc. Reports 1863. 203. — [5]) Dolomit aus verwittertem Serpentin von Gurhof oder richtiger bei Aggsbach heisst Gurhofian. — [6]) Rammelsberg. Mineralchemie 166. — [7]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 15.

Berechnet man die Karbonate in c nach dem Gehalt an Kohlensäure, so erhält man $5{,}50$ pCt. Kalkkarbonat und $5{,}38$ pCt. Magnesiakarbonat, im Rest auf 100 berechnet SiO^2 $89{,}00$; AlO^3 $0{,}33$; FeO $3{,}04$; Mg O $0{,}92$; Wasser $6{,}75$ pCt. Er besteht demnach zum grössten Theil aus Opal.

Einwirkung kohlensäure- und alkalikarbonat-haltiger Gewässer erklärt die Entstehung der Verwitterungsprodukte des Serpentins. Die Basen geben Karbonate, die Kieselsäure wird abgeschieden. Der Thonerdegehalt des Hydrotalkites weiset auf Beimengung thonerdehaltiger Silikate, wie Augit und Hornblende u. s. w. im Serpentin hin. Derselbe Thonerdegehalt findet sich in wechselnder Menge im Pimelith (Kersten) und Alipit (Glocker), Verwitterungsprodukten des Serpentins, unreinen, wasserhaltigen, Nickeloxyd (bis $32{,}66$ pCt.) enthaltenden Silikaten. Dem Nickel verdankt auch der Chrysopras des Serpentins seine grüne Färbung und der Genthit (Nickelgymnit) seine Entstehung (s. Kerolithgruppe). Für den in Grochau, Schlesien, im Serpentin vorkommenden Magnochromit giebt Websky[1]) die Formel 3 FeO + 5 MgO + 4 GrO^3 + 4 AlO^3, ein Chromeisen mit hohem Magnesiagehalt. Dem Grochauit,[2]) dem berggrünen Mineral, welches den Magnochromit begleitet, auch in kleinen sechsseitigen Tafeln krystallisirt vorkommt, gibt Websky die Formel 4 RO + Al + 2 SiO^2 + 3 aq, RO = MgO und FeO; er gehört in die Reihe der Chlorite.

Als R. Müller auf edlen Serpentin von Snarum I. 7 Wochen lang kohlensaures Wasser einwirken liess, enthielt die Lösung a[3])

	I	O	a	O
SiO^2	$40{,}82$	$21{,}77$	$0{,}0189$	$0{,}01008$
AlO^3	$2{,}19$	$1{,}02$	Spur	—
FeO	$6{,}01$	$1{,}34$	$0{,}0120$	$0{,}00267$
MgO	$36{,}78$	$14{,}71$	$0{,}1275$	$0{,}05100$
Wasser	$13{,}48$	$11{,}98$	—	
	$99{,}28$		$0{,}1584$	

Es war also der Serpentin nicht als solcher, vorzugsweise Magnesia und sehr viel mehr Magnesia als Eisenoxydul gelöst. In a beträgt SiO^2 etwa 12 pCt., FeO 8 pCt., MgO 80 pCt.

Verwitterung von Titanit (Sphen).

Sphen findet sich von geringer Härte, matt, wasserhaltig. Blassgelblich weisser Xanthitan (H = $3{,}5$, sp. G. $2{,}7$—$3{,}0$, mit $12{,}5$ pCt. Wasser) bildet hohle Pseudomorphosen nach Sphen, enthält neben Titansäure auch Spuren von Zirkonerde und kommt in verwittertem Feldspath neben Zirkon am Greenriver, Henderson Co., Nord-Carolina, vor nach Shepard.[4])

Alb. Müller[5]) beschreibt aus Kalk von St. Philippe bei Markirchen,

[1]) Zs. geol. Ges. 25. 398. 1873. — [2]) ib. 396. — [3]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 37. — [4]) Nach Dana Miner. 386 aus Am. J. sc. 22. 96. 1856. — [5]) Blum. Pseudom. III. 18. = Jahrb. Miner. 1858. 820.

Elsass, in Brookit umgewandelte Sphenkrystalle. Sie bilden ein Haufwerk kleiner, dünntafeliger, bläulichgrauer, stark metallisch glänzender Krystalle, deren Zwischenräume zum Theil mit einer durch Eisenoxydhydrat gelblich gefärbten erdigen Substanz ausgefüllt sind. Die Brookittäfelchen stehen meist senkrecht gegen die Oberfläche der einstigen Titanitkrystalle. Sie kommen in einer dem Pyrosklerit nahe stehenden Substanz vor, die aus Umwandlung in Albit hervorgegangen ist. (s. Pyrosklerit bei complicirter Verwitterung der Feldspathe).

Volger hat ausgeführt, dass Sphen auf Kosten von Rutil und Sagenit entsteht. So von Mont Orsino, St. Gotthard.[1])

Einfache Verwitterung von Zirkon.

Durch Aufnahme von Wasser entstehen aus Zirkon $Zr O^2 + Si O^2$ (H = 7,5) Pseudomorphosen in den weicheren Malakon (H = 6) und Cyrtolit (H = 5—5,5). entsprechend $3 \left\{\begin{matrix} Zr O^2 \\ Si O^2 \end{matrix}\right\} + aq$ und $\left\{\begin{matrix} Zr O^2 \\ Si O^2 \end{matrix}\right\} + aq$. Da sich in ihnen Eisenoxydul (bis 3,63 pCt.), Eisenoxyd (bis 3,67 pCt.), Kalk (bis 3,98 pCt.), ausserdem Zinnsäure, Manganoxydul, Cer- und Yttererde, Uranoxydul, Magnesia finden, so liegt vielleicht complicirte Verwitterung vor.

Nach Dana[2]) und Des Cloizeaux[3]) ist wahrscheinlich Tachyalphatit, Oerstedtit und Auerbachit ($3 Si O^2 + 2 Zr O^2$, mit nur 0,95 pCt. Wasser, H=6,5) veränderter Zirkon. Nach Rosenbuch wird Malakon selbst in sehr dünnen Schliffen nicht einmal durchscheinend. Scheerer[4]) fand bei Arendal in Feldspath oder Kalkspath eingewachsene Zirkone umgeben von einer dünnen Rinde, welche von Quarz geritzt wird und unter dem Mikroskop von vielen Sprüngen durchsetzt erscheint. Unter derselben lag eine dünne milchweisse Schicht, unter welcher Zirkon mit normaler Härte folgte.

Nach Des Cloizeaux ist Ostranit Breithaupt und Calyptolit Shepard unveränderter Zirkon.[5])

Die als Pseudomorphosen in Thorit (Orangit) angeführten Krystalle betrachtet Zschau nicht als Pseudomorphosen, indem er den Thorit als isomorph mit Zirkon annimmt.[6]) Des Cloizeaux bezeichnet den Thorit als wahrscheinlich regulär. Nach A. E. Nordenskiöld sind isotrope, matte Krystalle von Arendal, welche nach der Analyse Thorit sind, wahrscheinlich Pseudomorphosen nach Zirkon.[7])

Umänderung von Thorit (Orangit).

Der reinere, gelbrothe Thorit (Orangit) wird nach Scheerer häufig von dem unreineren, mehr Kieselsäure und mehr Wasser enthaltenden Thorit umschlossen, so dass scharfe Grenzen nicht vorhanden sind. Ist, wie Rammelsberg vermuthet, der Thorit ursprünglich wasserfrei, so erklärt sich der ungleiche Wasser-

[1]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Miner. 1854. 512—515. — [2]) Mineral. 275. — [3]) Minér. 138. — [4]) Pogg. Ann. 65. 301. 1845. — [5]) Minér. 157. — [6]) Amer. J. sc. (2) 26. 359. 1858. — [7]) Jahrb. Miner. 1877. 537.

gehalt auch des Orangites; er entspräche der Formel $Th O^2 + Si O^2$ und die neben Thorsäure vorhandenen Oxyde ($\ddot{F}e$, $\ddot{M}n$, $Ca O$, $Pb O$, $\ddot{A}l$, Alkali, $Mg O$ u. s. w.) nebst dem Wasser wären später zugetreten.

Umänderungen des Rhodonites (Bustamites).

Der neben $Mn O Si O^2$ immer etwas $Ca O Si O^2$, oft daneben $Fe O Si O^2$ und $Mg O Si O^2$ enthaltende Rhodonit unterliegt entweder der Oxydation, wobei der grösste Theil der Kieselsäure fortgeführt wird, so dass Mangan- und Eisenoxyde entstehen und die rothe Färbung in Braun oder Schwarz übergeht, oder neben Oxydation findet Wasseraufnahme statt, oder neben diesen Processen werden Karbonate gebildet.

Ebelmen fand in der schwarzen erdigen Verwitterungskruste des Rhodonites von Algier ($18 Mn Si O^2 + 3 Ca O Si O^2 + 3 Fe O Si O^2 + 2 Mg O Si O^2$) wesentlich Manganoxyd- und Eisenoxydhydrat, daneben etwa $1{,}_{83}$ pCt. Kalk und $3{,}_{12}$ pCt. Kieselsäure; alle Magnesia, fast alle Kieselsäure und fast aller Kalk ist fortgeführt; das Verhältniss von Mn : Fe wenig verändert. In der Verwitterungsrinde des aus $6 Mn O Si O^2 + 1 Ca O Si O^2$ bestehenden Rhodonites von St. Marcel, Piemont, fand er wesentlich Manganoxyd, daneben etwas Kalk und Wasser, reichlicher Kieselsäure; Kieselsäure und noch stärker der Kalk ist entfernt worden. Die dunkelfarbige weiche Verwitterungsrinde des Bustamites von Realminas Tetela de Xonotla, Mexiko, welcher mit Kalkkarbonat durchdrungen ist, enthielt neben Manganoxyden als Hydraten und Kalkkarbonat nur wenig Eisenoxyd und Kieselsäure.[1])

Die aus Rhodonit und anderen manganreichen Silikaten hervorgehenden wasserhaltigen, amorphen, dunkelfarbigen Silikate, welche neben Mangan- und Eisenoxyden Magnesia, oft geringe Mengen von Kalk, Thonerde, bisweilen von Bleioxyd enthalten, hat man als Stratopeit, Wittingit, Neotokit, Klipsteinit unterschieden. Kieselsäure wird bei dieser Umänderung kaum entfernt. Bisweilen ist ihnen $Mn O C O^2$ beigemengt.

Als Allagit, Photicit, Hornmangan, Hydropit hat man die wasser- und kohlensäurehaltigen Oxydationsprodukte des Rhodonites bezeichnet, welche zum Theil unreine Abänderungen mit Quarz und Manganoxydulkarbonate sein mögen und oft an Basen eingebüsst haben. Der im frischen Zustande berggrüne Allagit zeigt die Oxydation durch oberflächliche Schwärzung.[2]) Die Zusammensetzung dieser Mineralien ist eine sehr ungleiche.

Um zinkhaltigen Rhodonit (Fowlerit) von Stirling, New-Jersey, ($7 Mn O + 2 Fe O + 2 Ca O + Mg O + Zn O + 13 Si O^2$) bildet sich eine matte, weiche Verwitterungskruste.

[1]) Ann. min. (4) 7. 8. 1845. Ueber Bustamit aus Mexiko vergl. auch List. Jhb. Miner. 1851. 820. — [2]) Hausmann. Mineral. 470. Die Analysen bei Dana (Miner. 227) enthalten irrige Zahlen für die Menge des Eisenoxydes.

Umänderungen des Chondrodites.

Den Chondrodit ($m Mg^5 Si^2 O^9 + n Mg^5 Si^2 Fl^{18}$) in Pargas fand N. A. E. Nordenskiöld oft mit einer weichen grünlichen Verwitterungsrinde umgeben. Grüne Chondrodite gehen durch Einwirkung der Luft in rothe oder braune über.[1])

Stufenweise Umwandlung in Serpentin beobachtete Blum an Chondrodit von Sussex County und bei Sparta, New-Jersey. Farbe, Glanz, Härte verändern sich, die Oberfläche wird matt, bräunlich, dann graulich, endlich dunkelgrünlichschwarz. Die Umwandlung dringt hauptsächlich in der Richtung der vollkommnen Spaltbarkeit vor, so dass die Körner in dickere oder dünnere Blättchen abgetheilt sind. Diese bestehen oft innen noch aus Chondrodit, während das Aeussere zu Serpentin geworden ist. Bisweilen sieht man in den umgewandelten Chondroditkörnern nur noch einzelne unveränderte Partien.[2])

J. D. Dana fand dieselbe Umänderung in der Tilly-Foster Grube, Putnam Co., New-York, besonders an derben Massen, welche zuweilen an der Aussenseite noch unveränderten Chondrodit führen. Kein Mineral der Gegend ist so allgemein umgewandelt als der Chondrodit.[3]) Ebenso fand Dana auch alle Stadien der Umwandlung in Dolomit, und Ueberzüge von Magneteisen auf Chondrodit, wahrscheinlich als gleichzeitiges Produkt der Umwandlung in Dolomit. Im dortigen Chondrodit ist bis $5_{.50}$ pCt. Eisenoxydul nachgewiesen.[4]) Die Umwandlung in Dolomit begann mit Ueberzügen, unter denen der Chondrodit rauh und erodirt ist, so dass man sieht, die vollständige Umwandlung erfolgte unter Entfernung des Chondrodites, aber Chondroditkrystalle mit Dolomitüberzug und solche, welche ganz aus Dolomit bestehen, haben dieselbe Grösse. Auch unter den Magnetitüberzügen ist der Chondrodit rauh und wie erodirt. „Ebelmen zeigte, dass Kalkkarbonat und Eisensilikat in der Schmelzhitze Magneteisen liefern (und kieselsauren Kalk). In der Tilly - Foster - Mine waren Lösungen von Kalkkarbonat und Eisensilikaten in hoher Temperatur zusammen."

Es scheint eine Umhüllungspseudomorphose vorzuliegen.

Umänderung von Phenakit ($Be O Si O^2$).

Phenakit wird von Säuren nicht angegriffen; Härte $7_{,5}$—8.

Der in erdigem Schwarz- und Brauneisen, begleitet von schuppigem Gyps, am Mt. Mercado bei Durango, Mexiko, vorkommende Phenakit ist nicht mehr frisch und hat an Härte eingebüsst.[5])

[1]) Pogg. Ann. 96. 127. 1855. — [2]) Blum. Pseudom. I. 84. — [3]) Silliman. Amer. J. (3) 8. 447. 1874. Auch in Amity, Orange Co., New-York, kommt die Pseudomorphose von Chondrodit in Serpentin vor. l. c. — [4]) ib. 455. 456. — [5]) Jahrb. Miner. 1858. 789. Burkart (Zs. geol. Ges. 11. 25. 1859) fand Phenakit von dort in Magneteisenstein eingeschlossen.

Umänderung des Gadolinites (3 Y O, Ce O, Be O, Fe O + Si O^2).

Nach Des Cloizeaux enthalten die doppeltbrechenden Gadolinite bis 10 pCt. Beryllerde, während in den einfach brechenden Beryllerde fehlt. Er erklärt daher die letzteren für Pseudomorphosen. Mischungen beider enthalten 2—6 pCt. Beryllerde[1]) und 5 pCt. Wasser.

Lindström fand in Gadolinit von Carlberg, der nach Des Cloizeaux aus einfach brechender Masse mit einzelnen doppeltbrechenden Theilen besteht, 10,94 pCt. Beryllerde und 3 pCt. Wasser. Rammelsberg[2]) schliesst daraus, dass beryllreiche Gadolinite theils krystallinischer, theils amorpher Natur sind. Der Gehalt an Yttererde steigt bis auf 50 pCt., ausserdem kommen darin Cer, Lanthan, Didym, Erbium, ferner Eisenoxyde, Kalk, Magnesia, Alkali vor. In veränderten Gadoliniten von Kårarfvet bei Fahlun fand Berzelius 5,15 pCt. Wasser.

Svanberg und Tenger[3]) fanden auf Gadolinit von Ytterby weissen Ytterspath, wasserhaltige[4]) kohlensaure Yttererde (Tengerit) als Verwitterungsprodukt.

Umänderung des Datolithes (H^2 Ca^2 B Si^2 O^{10}).

Wo die Luft mit Datolith in Berührung kommt, z. B. an Ausgehenden der Gänge, verliert er durch Verwitterung Glanz und Durchsichtigkeit, seine Farbe bleicht, er wird mürbe und zerfällt. Das matte Ansehen mancher Krystalle deutet den Anfang der Verwitterung an.[5])

Botryolith, gleichsam Datolith + Wasser (= H^2 Ca^2 B Si^2 O^{10} + aq) mi Glaskopfstruktur bildet kleintraubige Ueberzüge auf Kalkspath, Quarz u. s. w in dem Magneteisenlager der Grube Oestre - Kjenlie bei Arendal; Des Cloit zeaux hält ihn für amorphen Datolith.[6]) Er verliert durch die Atmosphärilien Glanz und Durchscheinen und wird erdig.

In den Magneteisengängen von Hay - Tor, Derbyshire, kommt von Chalcedon, Granat, Strahlstein und Talk begleitet Chalcedon in Pseudomorphosen nach Datolith vor, welche, bisweilen mit einer Chalcedonhülle bekleidet, oft innere Höhlungen mit zerfressenen pockigen Wandungen zeigen.[7]) E. Geinitz and parallel der Krystallumgrenzung, welche scharfe und glänzende Flächen zeigt, eine sehr schmale, fast ununterbrochene Lage von senkrecht zu den Flächen stehenden Chalcedonfasern; innen hat der faserige Chalcedon durch Hohlräume und Flüssigkeitseinschlüsse (und etwas Ferrit) ein trübes Ansehen erlangt. Auch Quarzkörner finden sich im Innern.[8]) Nach Des Cloizeaux zeigen ganz glatte Pseudomorphosen nur eine dünne Hülle um eine locker Masse von Eisenoxydhydrat.[9]) Nach Heddle entstanden diese Chalcedon-

[1]) Des Cloizeaux. Minéral. II. XIII. — [2]) Mineralchemie. 704. — [3]) Berzelius. Jahresber. 18. 218. — [4]) Dana. Mineral. 710, nach Brush. — [5]) Hausmann. Mineralogie. II. 910. — [6]) Minéralogie. 173. — [7]) Blum. Pseudom. 96. III. 49. Es kommen dort auch Pseudomorphosen von Chalcedon nach Kalkspath vor. — [8]) Jahrb. Miner. 1876. 474. — [9]) Minéralogie. 172.

oder besser Quarzpseudomorphosen durch Erfüllung vorher bestandener Hohlräume.[1]) Wenn dies nicht der Fall ist, darf man wohl complicirte Verwitterung durch Kieselsäure annehmen.

Umänderungen des Lievrites (Ilvaites).

Der schwarze Lievrit ($H^2 \overset{II}{R}{}^6 \bar{F}e\, Si^4 O^{18}$; $6\,R = 4\,Fe\,(Mn) + 2\,Ca$) von Rio, Elba, wird nach Blum[2]) auf der Oberfläche braun, durch Bildung von Brauneisen; bisweilen entsteht zuerst Göthit, der sich zu Brauneisen umändert. Die Kieselsäure findet sich auf früher vorhandenen Quarzkrystallen als papierdünne Hülle von Chalcedon, über welcher dann eine Quarzlage folgt. Die letztere ist trübe und etwas gelblich und hier und da mit feinem schwarzem Anflug von Magneteisen bedeckt, den man auch auf einzelnen der älteren Quarzkrystalle sieht.

Rauhe und drusige Pseudomorphosen des Lievrites haben eine dünne Rinde von Eisenglanz und sind innen mit Eisenocker erfüllt. Der Eisenglanz hat zuweilen einen sehr dünnen Ueberzug von Magneteisen. Oberflächlich veränderte Lievrite haben nicht selten eine dünne Rinde von Chalcedon.

Endlich kommen Umwandlungen in Brauneisen ohne Eisenglanz vor, zum Theil mit unverändertem Lievritkern.

Der im Magneteisen von Monroe, New-York. vorkommende Dimagnetit ist nach Dana[3]) wahrscheinlich eine Pseudomorphose von Magnetit nach Lievrit oder nach Blake Lievrit.

Kieselzink. s. complicirte Verwitterung.

Verwitterung von Krokydolith.

Brauner Faserquarz vom Oranjefluss, Südafrika, ist nach F. Wibel[4]) eine aus einem Gemenge von weissem Faserquarz mit Göthit bestehende Pseudomorphose nach Krokydolith. Er fand darin a. Rammelsberg[5]) b.

	$Si O^2$	$\ddot{A}l$	$\ddot{\bar{F}}e$	Fe O	Mg O	Ca O	$Na^2 O$	Wasser		
a.	57,46	—	37,56	—	—	—	—	5,15	=	100,17
b.	94,36	1,57		—	0,48	0,57	—	0,30		dazu in Säure löslich
	—	—	2,92	—	—	0,36	—	—	=	100,51
c.	97,27	—	—	1,67	—	0,15	0,15	0,76	=	100,00

Unter c. ist nach Wibel die Zusammensetzung des blauen Faserquarzes ebendaher angeführt, der ein Gemenge von Quarz und fast unveränderten Krokydolithfasern ist.[6]) Krokydolith, nach Rammelsberg vielleicht die Asbestform des Arfvedsonites. vom Oranjefluss enthält nach Stromeyer

$Si O^2$	Fe O	Mn O	Mg O	Ca O	$Na^2 O$	Wasser		
50,81	33,88	0,17	2,32	0,02	7,03	5,58	=	99,81.

[1]) Transact. Royal Soc. Edinburgh. 27. 511. 1875. — [2]) Pseudom. III. 186. u. vom Rath. Zs. geol. Ges. 22. 712. — [3]) Mineral. 151. — [4]) Jahrb. Min. 1873. 375. — [5]) Handb. Mineralchem. 1875. 163. — [6]) l. c. 380.

Berechnet man darnach einen nur aus Kieselsäure, Eisenoxyd und Wasser bestehenden Rest, so erhält man

$$54{,}_{08} \text{ pCt. } Si O^2,\ 40{,}_{08}\ \ddot{\overline{F}}e \text{ und } 5{,}_{94} \text{ Wasser} = 100.$$

9. Einfache Verwitterung der thonerdehaltigen Silikate.

Von den hierher gehörigen Silikaten sind an dieser Stelle behandelt: die Feldspäthe, Glimmer, Hornblende, Augit, Leucit; über Umänderungen der übrigen thonerdehaltigen Silikate s. complicirte Verwitterung.

Die thonerdehaltigen Silikate sind durch einfache Verwitterung nur angreifbar, so dass stets ein Rest, wasserhaltiges Thonerdesilikat mehr oder weniger rein (s. Pseudomorphosen am Schluss des Kapitels), übrig bleibt.

Aus den Feldspäthen, aus Leucit, Hauyn und Nosean, Porzellanspath, Beryll, Topas, wie es scheint auch aus Andalusit und thonerdehaltigen Zeolithen, geht Kaolin ($\ddot{\overline{A}}l$ 2 $Si O^2$ + aq) hervor. Selten werden, wie im Anauxit, dem Verwitterungsprodukte des Augites, aus den Kalk, Magnesia und Eisenoxydul enthaltenden Thonerdesilikaten diese monoxydischen Basen vollständig entfernt.

Einfache Aufnahme von Wasser kommt bei der Umwandlung des Cordierites in Chlorophyllit und Esmarkit vor (s. Cordierit). Aus Magnesiaglimmern und aus Chloriten werden die monoxydischen Basen ausgezogen; die Umänderung des Magnesiaglimmers in Rubellan ist chemisch nicht untersucht.

Einfache Verwitterung der Feldspäthe.

Wasser und in noch höherem Grade kohlensaures Wasser löset aus den Feldspäthen Kieselsäure, Alkali, und wenn vorhanden, Kalk, wie die bei Orthoklas und Oligoklas angeführten Versuche zeigen. Das gelöste Alkalisilikat hält Thonerde in Lösung.

Die Verwitterung der Feldspäthe beginnt mit Mattwerden, Verminderung der Basen und der Kieselsäure, Aufnahme von Wasser. Sehr häufig tritt durch zugeführtes und dann zu Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat gewordenes Eisenoxydulkarbonat Röthung und Bräunung ein, bisweilen mag auch das primär im Feldspath (oft als Eisenglanz) vorhandene Eisenoxyd ausgeschieden werden, so dass man häufig um einen wasserhellen Kern eine röthliche Hülle sieht. Die von aussen beginnende Verwitterung dringt auf Blätterdurchgängen, in den Zwillingslamellen, in Spalten und Rissen vor und ergreift bei zonalem Aufbau der Krystalle einzelne Zonen, während sie andere unberührt lässt.[1]) Bisweilen wird das Eisen wieder als Karbonat fortgeführt, so dass die weisse Färbung hervortritt. Bei den verwitternden Plagioklasen ist nicht selten in Folge eines Gehaltes von Kalkkarbonat Brausen mit Säure zu bemerken. Bei weiterer Verwitterung liefern die Feldspathe Kaolin, wasserhaltiges Thonerdesilikat $\ddot{\overline{A}}l$ 2 $Si O^2$ + 2 aq = $Si O^2$ $46{,}_{37}$; $\ddot{\overline{A}}l$ $39{,}_{72}$, Wasser $13{,}_{91}$ = $100{,}_{00}$. Die Alka-

[1]) Wichmann. Zs. geol. Ges. 26. 680. 1874 und E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 483.

lien und der Kalk werden als Karbonate oder Silikate in Lösung fortgeführt, ebenso ein Theil der Kieselsäure. Zugleich wird Wasser aufgenommen.

Schematisch geht der Process beim Orthoklas, bei welchem die Kaolinisirung so häufig ist, in folgender Weise vor sich, wenn die Thonerde als constant angenommen wird, was streng genommen nicht der Fall ist. Wird aus

	SiO^2	$\ddot{A}l$	K^2O	Wasser	
100 Th. Orthoklas =	$64,_{63}$	$18,_{49}$	$16,_{88}$	—	
entfernt, resp. aufgenommen	$-43,_{05}$	—	$-16,_{88}$	$+6,_{47}$	
so bleibt	$21,_{58}$	$18,_{49}$	—	$+6,_{47}$	$= 46,_{54}$ Kaolin.

$$\begin{aligned} Or &= K^2O + \ddot{A}l + 6\,SiO^2 \\ &\quad -K^2O \qquad\;\; - 4\,SiO^2\ (+ 2\,aq) \\ \hline Kaolin &= \ddot{A}l + 2\,SiO^2 + 2\,aq. \end{aligned}$$

Allein so rein tritt Kaolin kaum auf; er enthält Reste von Kali, Natron. Kalk, nicht selten Eisen-, sparsamer Manganoxyd, bisweilen Karbonate von Kalk und Magnesia, d. h. Reste des Ursprungsminerals und Zugeführtes in mehr oder weniger verändertem Zustand. Schlössing[1]) fand bei Schlämmung gereinigter Kaoline, dass sie wesentlich aus fein krystallinischem Kaolin von der angeführten Zusammensetzung bestehen, dass allen jedoch in verschiedenen Mengen Thon (argile colloidale) beigemengt ist, welcher lange in Wasser suspendirt bleibt, ärmer an Thonerde, reicher an Kieselsäure, Magnesia und vor allem an Kali ist.

Die Zusammensetzung der Kaoline weicht daher häufig von der obigen schematischen Zusammensetzung ab. Bleibt die Form der Feldspäthe bei der Verwitterung erhalten, so entstehen Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspath, die in Graniten, Felsitporphyren, Syeniten und Syenitporphyren und anderen Gesteinen so häufig vorkommen.[2]) Je weniger Kalk, Magnesia, Eisenoxyde die mit den Feldspäthen zusammen vorkommenden Mineralien enthalten. je reiner werden die von den Feldspäthen gelieferten Kaoline sein. Ueber die oft als Speckstein bezeichneten, unreinen Verwitterungsprodukte s. bei den einzelnen Feldspäthen.

Verwitterung von Orthoklas (Sanidin).

Schon 1835 zeigte Forchhammer, dass Pulver von Orthoklas an Wasser bei 125 Grad, deutlicher bei 222 Grad, im Papinschen Topf Kalisilikat abgiebt.[3]) Die Brüder Rogers zogen mit kohlensaurem Wasser aus Orthoklas Kieselsäure, Thonerde und Alkali aus,[4]) d. h. Orthoklas ist schon bei gewöhnlicher Temperatur durch kohlensaures Wasser angreifbar, aber nicht als solcher löslich.[5])

Als R. Müller $10,_{0715}$ g Adular I 7 Wochen lang mit kohlensaurem Wasser behandelte, waren gelöset[6]) a

[1]) Compt. rend. 79. 376. 473. 1874. — [2]) Blum. Pseudom. 72. III. 58. — [3]) Pogg. Ann. 35. 354. 1835. — [4]) Sill. Amer. J. (2) 5. 404. 1848. — [5]) Eines der Lösungsmittel für Orthoklas, starke kochende Kalilauge, kommt in der Natur nicht vor. Rammelsberg. Zs. geol. Ges. 20. 541. 1868. — [6]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 31.

	a	I
$Si O^2$	0,0102	65,24
$\ddot{Al}$	0,0025	18,15
Ca O	Spur	1,28
$K^2 O$	0,0204	14,96
	0,0331	

entsprechend $9 K^2 O + \ddot{Al} + 7 Si O^2$ und 0,328 pCt. des angewendeten Adulars und zwar 0,0156 pCt. der vorhandenen $Si O^2$, 0,0137 pCt. der $\ddot{Al}$ und 0,137 pCt. des Kali, also 10 Mal mehr Kali als Thonerde. Das Gelöste hat die Zusammensetzung des Adulars nicht.

Später sind die obigen Versuche oft wiederholt. Daubrée wies nach, dass nach langer Trituration Wasser aus fein vertheiltem Orthoklas Kalisilikat auszieht, welches Thonerde in Lösung hält, dass Kohlensäure die Einwirkung bedeutend unterstützt, dass Gegenwart von Chlornatrium sie vermindert.[1]) Er fand, übereinstimmend mit früheren Versuchen von G. Bischof,[2]) dass Eisenoxyd dem gelösten Kalisilikat die Kieselsäure entzieht, so dass das Kali sich frei in der Lösung findet. Auch Lemberg fand die Alkalisilikate durch Eisenoxydhydrat zerlegbar.[3])

Die Verwitterung beginnt mit Abnahme der Basen und der Kieselsäure, Aufnahme von Wasser und führt endlich zur Bildung von Kaolin. In krystallisirtem, durchscheinendem, brüchigem Adular (Mondstein) von Ceylon fanden Al. Brongniart und Malaguti[4]) a, in milchweissem, zerreiblichem ebendaher b (etwas Quarz enthaltend). In verwittertem Sanidin von Schackau, Rhön, fand Hirschfeld[5]) c, wahrscheinlich wurde Natron zugeführt; Haushofer[6]) in gelblichem, krystallinischem Orthoklas (sp. G. 2,565) von Bodenmais d.

	a	b	c	d
$Si O^2$	64,00	67,10	64,10	63,52
$\ddot{Al}$	19,43	17,83	18,45	21,79
$\ddot{Fe}$	—	—	—	Spur
Mg O	0,20	Spur	—	—
Ca O	0,42	0,50	2,84	—
$Na^2 O$	—	—	9,27	0,43
$K^2 O$	14,81	13,50	5,62	14,17
Wasser und Verlust	1,14	1,07	—	0,80 —
	100,00	100,00	100,28	100,71

O von a = 0,90 . 3 . 11,29
b = 0,88 . 3 . 12,91
c. 1,45 . 3 . 11,91
d. 0,74 . 3 . 9,98.

[1]) Rapport sur les progrès de la géologie expérimentale. Paris 1867. 49. 51. Compt. rend. 64. 339. 1867. Vergl. die Versuche von Haushofer (J. Miner. 1868. 611) und von Beyer (Jahresber. Chem. f. 1872. 1109). — [2]) Verh. naturhist. Ver. Rh. u. W. 12. 308. 1855. Bischof machte seine Versuche mit Natronsilikat. — [3]) Zs. geol. Ges. 28. 522. 1876. — [4]) Pogg. Ann. 60. 92. 1843. — [5]) Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1875. 553. — [6]) J. pr. Chem. 103. 125. 1868.

In verwitterten grünen Orthoklasen des Syenitporphyrs am Preisselberg bei Graupen, Böhmen, fand Laube[1]) a, E. Wolff[2]) in fast schneeweissen verwitterten Orthoklasen des Knollensteins am Weinberg bei Halle a/S. b und c.

	a	b	c
$Si O^2$	46,76	44,01	41,74
$\dddot{Al}$ }	35,36	41,01	44,86
$\dddot{Fe}$ }		—	—
$Na^2 O$	—	1,57	—
$K^2 O$	—		—
$Ca O C O^2$	—	0,27	0,72
Wasser	18,21	13,40	10,85
	100,33	100,26	97,67

Ueber das Verhalten der Orthoklase, in welche Albitlamellen eingeschaltet sind, s. Umänderung der Orthoklase.

Verwitterung des Albites.

Wenn Verwitterung und Umwandlungen des Albites weniger erwähnt werden als die des Orthoklases, so ist das sparsamere Vorkommen des Albites die Ursache, wozu noch die schwierige Unterscheidung vom Oligoklas kommt. Nach Des Cloizeaux wird der Albit der Pegmatite von la Vilate, Chanteloube und andern Orten bei Limoges kaolinisirt.[3])

Sandberger fand den Albit auf den Klüften der Weilberger Diabase häufig von zerfressenem Ansehen und mit Eindrücken von Flächen anderer Krystalle, die sich auf verschwundenen Kalkspath zurückführen liessen.[4]) Nach Tschermak ist der Albit des festen Granites von S. Domingo, Prov. Rio Janeiro, trübe, gelblichgrau bis fleischroth, die Oberfläche hat keinen hellen Glanz mehr und zeigt überall das für veränderten Albit charakteristische seifenartige Ansehen; der Albit enthält nicht unbedeutenden Wassergehalt. Manche Krystalle enthalten einen weicheren gelbgrauen Kern, in seinen Eigenschaften mit einem Gemenge von Speckstein und Kaolin übereinkommend, andere enthalten ganz feine farblose Glimmerschüppchen, deren Richtung nach den Flächen des Krystalls orientirt ist. Die trüben Albite sind oft mit wasserhellem, die Form der trüben Albite wiederholendem Albit überzogen.[5]) Der Albit des dortigen lockeren Granits ist tiefer verändert, zum Theil oder ganz durch grünlichen, kleinschuppigen Glimmer verdrängt.

In derbem, graulichweissem, verändertem Albit der Steele-mine, Montgomery Co., Nord-Carolina, dessen Sprünge mit Ripidolith ausgekleidet sind, fand Pöpplein[6])

$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Mn O	Mg O	Ca O	$Na^2 O$	$K^2 O$	Glühverl.	
60,29	19,66	4,63	Spur	0,23	1,83	9,90	1,71	1,20	= 99,45

$$O = 3{,}45 \;.\; 10{,}57 \;.\; 32{,}15 = 0{,}98 \;.\; 3 \;.\; 9{,}12.$$

Adular nach Periklin ist nach Volger eine häufige Erscheinung.[7])

[1]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. 14. 173. 1864. — [2]) J. pr. Chem. 34. 224. 227. 1845. Daselbst noch andere Analysen. — [3]) Minér. 325. — [4]) Jb. Miner. 1851. 153. — [5]) Wien. Akad. Ber. 47. 210 u. 213. 1863. — [6]) Kopp u. Will. Jahresb. Chem. f. 1859. 784 aus Sill. Am. J. (2) 28. 249. — [7]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Miner. 547. 543.

Verwitterung des Anorthites.

Den Anfang der Verwitterung des Anorthites bezeichnet Mattwerden, endlich wird er dicht und nur noch an den Kanten durchscheinend, die Härte nimmt ab. Die Zwillingsstreifung verschwindet, der Wassergehalt erhöht sich. In den Klüften setzt sich bisweilen Kalkspath ab. Kaolinbildung aus Anorthit scheint nicht beobachtet zu sein.

In ziemlich frischem fleischrothem, von Chabasit als sekundärer Bildung begleitetem Anorthit von Pesmeda fand vom Rath I, in weissem verwittertem a,[1] Gamper[2]) in weissem ebendaher b, in rothem c.

	I	a	b	c		d
SiO^2	41,18	40,17	42,79	41,08		44,67
$\dddot{Al}$	35,55	33,51	34,78	36,04		34,22
Ca O	19,65	21,56	15,98	17,91		11,92
Wasser	2,77	4,66	4,13	4,79		4,18
Na^2O	—	—	1,36	1,03		1,57
K^2O	—	—	0,62	1,05		2,33
	99,15	99,90	99,66	101,90	Fe O	0,88
Sp. G.	2,686	2,812			Mg O	0,29
						100,01
						2,77 bei 21°.

Wasserfrei berechnet enthält

	SiO^2	$\dddot{Al}$	Ca O	
I	42,73	36,88	20,39	= 100
a	42,18	35,18	22,64	= 100.

O in				
I =	1,016 : 3 : 3,907	wasserfrei berechnet.
a	1,181 : 3 : 4,108	„
b	0,930 : 3 : 4,218	„
c	0,992 : 3 : 3,908	„
d	0,853 : 3 : 4,472	„

Bis auf den grösseren Wassergehalt ist a nur sehr wenig verändert. Die Zusammensetzung eines Anorthites aus dem Hornblendegneiss des Kyffhäusers nach Streng[3]) ist unter d gegeben.

Nach Streng enthielt sehr frisch aussehender Anorthit I aus dem Anorthitbroncitgestein des unteren Radauthals, dichter Anorthit a aus dem Serpentinfels von der Radau.[4])

[1]) Ber. Berl. Akad. 1874. 737 = Pogg. Ann. 155. 40. 1875. — [2]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1877. 135. Kochende Salzsäure lässt die Kieselsäure in Pulverform zurück. — [3]) Jahrb. Miner. 1867. 536. — [4]) Jahrb. Miner. 1862. 525. 526. Von Salzsäure ohne Gallertbildung aufgeschlossen, wobei sich die Kieselerde in Flocken abscheidet.

	I	a
SiO^2	45,37	42,01
$\dddot{Al}$	34,81	28,63
$\dddot{Fe}$	0,59	2,23
MgO	0,83	Spur
CaO	16,52	19,11
Na^2O	1,45	0,76
K^2O	0,40	1,12
Wasser	0,87	5,08
	100,84	98,89

Sp. G. 2,76

O in I = 1,00 : 3 : 4,42,
a 1,25 : 3 : 4,79.

In mattem weissem Anorthit (mit Zwillingsstreifung) aus dem Monzonit vom Fuss der Margola fand Lemberg I. In concentrirter Salzsäure löste sich 1 (1a auf 100 berechnet), wobei die Kieselsäure theils flockig, theils gallertartig sich abschied; das Unlösliche 2 (auf 100 berechnet) besass einen thonigen Habitus.[1])

	I	1	1a	2
SiO^2	45,23	33,62	45,99	44,62
$\dddot{Al}$	34,24	23,83	32,60	39,97
$\dddot{Fe}$	1,16	0,90	1,24	0,99
MgO	0,20	0,20	0,27	—
CaO	11,83	11,18	15,29	2,49
Na^2O	1,22	0,84	1,15	1,45
K^2O	3,38	0,65	0,89	10,48
Wasser	1,88	1,88	2,57	—
	99,14	73,10	100,00	100,00
Unlöslich		26,76		
		99,86		

O in I = 0,80 : 3 : 4,48; 1a = 0,95 : 3 : 4,72; und 2 = 0,46 : 3 : 3,77.

Verwitterung des Oligoklases.

Oligoklas verwittert zu Kaolin; manche verwitterte Oligoklase brausen mit Säure, sie enthalten Kalkkarbonat.

Als R. Müller[2]) auf Oligoklas von Ytterby von der Zusammensetzung I kohlensaures Wasser einwirken liess, fand er in der Lösung a:

[1]) Zs. geol. Ges. 24. 190. 1872. — [2]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 32. Unter I ist die Analyse von Berzelius angeführt.

	I	a
SiO^2	61,55	0,0130
$\dddot{A}l$	23,80	0,0050
$\dddot{F}e$	Spur	Spur
MgO	0,80	—
CaO	3,18	0,0091
Na^2O	9,67	0,0204
K^2O	0,88	Spur
	99,88	0,0475

Von der angewendeten Menge 8,906 g hatten sich also 0,533 pCt. gelöset, nicht der Oligoklas als solcher; von SiO^2 0,021 pCt., von $\dddot{A}l$ 0,021 pCt., von CaO 0,283 pCt., von Na^2O 0,211 pCt., also Kalk und Natron sehr viel stärker als Thonerde und Kieselsäure.

Im weissen Oligoklas (sp. G. 2,63 bei 13⁰ C.) des Hornblendegneisses des Kyffhäusers fand Streng neben Spuren von Lithion, Baryt, Strontian[1])

SiO^2	$\dddot{A}l$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser u. Kohlensäure	
60,01	21,66	1,54	0,68	5,15	7,08	1,37	2,59	= 100,08

O = 1,23 : 3 : 9,49.

Verwitterung des Andesines.

Ausser der Verwitterung zu Kaolin, die z. B. Delesse an den Andesinen der Syenite der Vogesen beobachtete, enthält der Andesin bei anfangender Verwitterung Kalkkarbonat.

Nach der Analyse von G. vom Rath[2]) I besteht der Andesin aus dem Dacit (Porphyre bleu quartzifère) von les Caux, Estérel, aus 3 Ab + 4 Ano. Ch. Ste.-Claire Deville[3]) fand in der inneren halbdurchsichtigen Masse der verwitterten Krystalle b, in der mattweissen, fast ganz opaken äusseren Masse, welche 2,60 pCt. Kalkkarbonat enthielt. c.

Sp. G. 2,636

	I	O	b	O	c	O		d	O
SiO^2	58,03	30,95	57,01	30,40	52,40	27,95		53,92	28,76
$\dddot{A}l$	26,64	12,44	28,05	13,10	24,78	11,57		26,69	12,45
FeO	—	—	—	—	—	—		1,08	0,24
MgO	—	—	0,39	0,16	0,51	0,20		1,68	0,67
CaO	8,07	2,31	7,53	2,15	15,02	4,29		6,98	1,99
Na^2O	6,16	1,59	5,47	1,41	5,10	1,32		4,02	1,04
K^2O	0,97	0,17	0,12	0,02	0,14	0,02		1,20	0,20
							Wasser	1,40	
Glühverlust	—		1,43		2,05		CO^2	2,93	2,13
	99,87		100,00		100,00			99,90	

[1]) Jahrb. Miner. 1867. 537. — [2]) Pogg. Ann. 144. 246. Damit stimmt die Analyse Rammelsberg's überein. Handb. Mineralchem. 2. 569. — [3]) Ann. chim. phys. (3) 40 274. 1854.

O von I = $4{,}07 : 12{,}44 : 30{,}95 = 0{,}98 : 3 : 7{,}46$; $4\,CaO : 3\,Na^2O$
b $3{,}74 : 13{,}10 : 30{,}40 = 0{,}86 : 3 : 6{,}96$; $3\,CaO : 2\,Na^2O$
c $5{,}83 : 11{,}57 : 27{,}95 = 1{,}51 : 3 : 8{,}11$
d $4{,}14 : 12{,}45 : 28{,}76 = 1{,}00 : 3 : 6{,}93$.

Unter d ist Ch. Ste. Claire-Deville's Analyse eines mattweissen, bisweilen schwachgrünlichen Plagioklases (Andesines) aus Trachyt von Rothenbrunn bei Schemnitz gegeben, dessen Gehalt an Kalkkarbonat nach der Kohlensäure 6,66 pCt. beträgt.[1])

Im Vergleich mit I ist b nur wenig verändert, in c tritt die Zufuhr von Kalk hervor; in d ist ein grosser Theil des Kalkes zu Karbonat geworden.

Aehnliche Beobachtungen liegen auch von anderen Orten vor. Höfer fand, dass die Plagioklase (Andesine) des Melaphyrs aus dem Nischene Chlemenicthal bei Svarin, Niedere Tatra, unter Verlust der Spaltbarkeit matt werden und dann mit Säure brausen. Aehnlich verhalten sich die Andesine der übrigen dortigen Melaphyre.[2])

Der Andesin des Dacites von Marmato bei Popayan, Columbien (1 Ab + 1 Ano) lieferte Ch. Ste.-Claire Deville[3]) in den verwitterten Krystallen (sp. G. 2.62) 1,4 pCt. Kalkkarbonat.

Verwitterung des Labradors.

Bei der Verwitterung der Labradore[4]) wird Wasser aufgenommen, Kalkkarbonat gebildet und endlich in Lösung fortgeführt; bald wird Eisen, bald Alkali zugeführt, so dass der Sauerstoff der Basen nicht mehr = 1 : 3 ist, bald niedriger, bald höher. Wahrscheinlich wird oft Kieselsäure, bisweilen Thonerde daneben entfernt.

Von den Spalten beginnt eine Trübung des Minerals und grüne, zum Theil hornblende-, serpentin- und chloritartige Massen siedeln sich dort an. Ueber die Umwandlung in Saussurit und Epidot, s. bei Plagioklas, complicirte Verwitterung. Eine andere Art der Verwitterung, bei der die Monoxyde fast vollständig entfernt worden, führt zur Bildung von Kaolin: von Grandjean im Labradorporphyr am Nebelsberge bei Dillenburg, von Sandberger an der Löhnberger Hütte bei Weilburg,[5]) von Delesse an den Porphyren von Ternuay und Chagey, Vogesen,[6]) von G. Rose[7]) im Augitporphyr des Blagodat beobachtet. Nach Lemberg werden die Labradore des Labradorporphyrs des Launakörkia, Insel Hochland, zunächst gelblich, oder röthlichweiss, wobei sie den Glasglanz einbüssen, dann glanzlos, rauh und porös und endlich vollständig in thonige zerreibliche Masse umgewandelt.[8])

Bischof untersuchte die Labradore der Grünsteine (Diabase) bei Dillenburg. Sie geben an Salzsäure Karbonate von Kalk und Magnesia, sowie Eisen-

[1]) Ann. chim. phys. (3) 40. 275 und Bull. géol. (2) 6. 411. 1849. — [2]) Jahrb. Miner. 1871. 141. — [3]) l. c. 284. — [4]) Delesse hatte verwitterte Labradore als Vosgit bezeichnet. — [5]) Jahrb. Naturk. Nassau 7. 221. 1851. — [6]) Jahrb. Miner. 1848. 35 und 40. — [7]) Reise nach dem Ural. I. 344. — [8]) Archiv f. Naturkunde Livlands etc. (1) 4. 348. 1868.

oxyd ab und enthielten nach direkter Bestimmung Wasser. Er fand in dem am wenigst veränderten 1, in halbverwittertem 2, in ganz verwittertem Labrador 3.

	1	2	3
$Ca\,O\,C\,O^2$	2,36	12,44	4,87
$Mg\,O\,C\,O^2$	0,37	0,27	0,37
$\ddot{F}e$	1,32	1,18	1,58
Wasser	0,71	2,60	1,21

Nach Abrechnung des in Salzsäure Löslichen ergibt

	1	2	3
$Si\,O^2$	54,44	61,47	63,24
$\ddot{A}l$	24,82 (Al + Fe)	28,04 (Al + Fe)	23,51
$\ddot{F}e$			2,86
Mg O	1,08	0,77	0,72
Ca O	10,31	Spur	—
*Alkali	9,35	9.52	9,67
	100,00	100,00	100,00

Der Kalk des Labradors wird anfangs zum Theil, dann fast ganz in Karbonat umgesetzt, endlich wird dieses fast ganz in Lösung fortgeführt.[1]) Die Menge des Alkalis, das der Verwitterung länger widerstanden hätte als der Kalk, erscheint sehr hoch und wurde aus dem Verlust bestimmt.

Auch Tschermak fand, dass verwitterte Labradore des Grünsteines von Dillenburg nach Wegätzung des Kalkkarbonates einen lockeren weissen Rest übrig lassen. Die Form des Labradors war erhalten.[2])

Umänderungen der Glimmer.

Während Kaliglimmer auch von Säuren nur schwierig angegriffen werden, erleiden die Magnesiaglimmer, besonders die eisenreicheren, zahlreiche Umänderungen. Nicht selten zeigen die braunen Magnesiaglimmer einen weisslichen Rand, welcher Entfernung der Basen andeutet. Absatz von Eisenocker zwischen Glimmerblättchen ist eine häufige Erscheinung, wobei jedoch nicht immer das Eisen aus dem Glimmer herzurühren braucht, sondern als Karbonat zugeführt sein kann. Chromockerüberzug auf Chromglimmer von Tulfer bei Sterzing fanden Liebener und Vorhauser.[3])

Watzel fand den Biotit von Wesseln bei Böhmisch Leipa bei vorgeschrittener Umänderung matt, blassgelb und leicht zerreiblich.[4])

Rubellan (Breithaupt), der sich in Wacke von Schima, im festen schwarzen Basalt von Kostenblatt,[5]) auf Porphyrgängen bei Galiläische Wirthschaft

[1]) Chem. Geol. 2. 461. — [2]) Ber. Wien. Akad. 49. 347. 1864. — [3]) Nachtrag zu den Mineralien Tyrols. 1866. 13. — [4]) v. Zepharovich. Miner. Oesterr. II. 57. — [5]) Reuss. Umgeb. von Teplitz. 1840. 175. —

zu Annaberg, zu Wiesenthal und Eibenstock, bei Friedefürst sammt Osterlamm, bei Zwickau und im Nephelinit des Löbauer Berges,[1]) in schlesischen und thüringischen Melaphyren[2]) und an anderen Orten findet, gilt als umgeänderter Biotit. Er bildet röthlichbraune oder braunröthliche, sechsseitige Tafeln. Ueber die Art der Umänderung lässt sich nichts aussagen, da Analysen von Rubellan nicht vorliegen.

Verwitterung thonerdehaltiger Hornblende.

Bei der Verwitterung der thonerdehaltigen Hornblenden tritt die Fortführung von Kalk, Magnesia und etwaigem Alkaligehalt hervor, Wasser wird aufgenommen, das Eisen- und Manganoxydul in Oxyd resp. Oxydhydrat umgewandelt. Häufig scheint Eisen und Alkali zugeführt. Oft ist Kalk und Magnesia zum Theil als Karbonat vorhanden, daher brausen manche Hornblenden mit Säure. Ueberzug von Eisenoxydhydrat auf der Oberfläche und auf den Spaltungsflächen und Rissen ist eine gewöhnliche Erscheinung, die den Beginn der Verwitterung bezeichnet. Das Endresultat ist ein eisenhaltiger Thon, der, oft als Speckstein oder Steinmark beschrieben, die Spaltbarkeit des Ursprungsminerals besitzen und einen Hornblendekern einschliessen kann. Bisweilen beginnt die Verwitterung im Innern der Hornblendekrystalle und bildet beim Fortschreiten rundliche Hohlräume, die mit Eisenoxydhydrat und erdiger Substanz zum grössten Theil ausgefüllt sind. So nach Tschermak im Andesit von Szenna, Ungarn.[3])

Abscheidung von Magneteisen scheint bei der Verwitterung vorzukommen, obwohl Hornblenden häufig schon ursprünglich Magneteisen einschliessen. Wie die folgenden Analysen zeigen, ist die Zusammensetzung des Verwitterungsrestes eine sehr ungleiche.

	I	1a	1b	1c
$Ti O^2$	0,80	—	—	—
$Si O^2$	40,95	44,03	43,27	40,41
$\dddot{Al}$	14,31	14,31	15,46	19,38
$\dddot{Fe}$	5,81	25,55	17,00	15,80
Fe O	7,18	—	—	—
Mn O	—	—	—	2,23
Mg O	14,06	2,33	11,06	8,32
Ca O	12,55	10,08	9,93	7,16
$Na^2 O$	1,64	—	—	1,17
$K^2 O$	1,54	—	—	0,85
Wasser	0,26	3,44	1,85	3,74
	99,10	99,74	98,57	99,06

I Vom Wolfsberg bei Tschernoschin, Böhmen, sp. G. 3,325. Rammelsberg. Mineralchemie II. 418.

[1]) Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. 128. — [2]) v. Richthofen. Zs. geol. Ges. 8. 637. 1856. — [3]) Wiener Akad. Ber. 47. 107. 1863.

1a Ebendaher. Verwittert. sp. G. 2,94. Madrell. Pogg. Ann. 62. 143. 1844. Gelbe Krystalle von erdigem Ansehen.
1b Ebendaher. Verwittert. K. v. Hauer. J. geol. Reichsanstalt 6. 155. 1855.
1c Ebendaher. Verwittert. Bohn. Blum. Pseudom. III. 277.

	2	III	3	4	5	6	7
SiO^2	46,08	45,37	40,32	43,64	34,87	34,66	35,00
$\dddot{Al}$	11,81	14,81	17,49	12,50	10,73	25,33	32,33
$\dddot{Fe}$	1,77	—	18,26	—	20,48	—	—
FeO	14,10	8,74	—	5,19	—	—	—
MnO	—	1,50	2,14	0,93	—	—	—
MgO	10,72	14,33	9,23	*17,74	4,90	25,22	20,70
CaO	8,74	14,91	5,37	9,10	4,78	5,09	10,80
Na^2O	0,93	—	—	—	3,63	—	—
K^2O	1,32	—	—	—	0,77	—	—
Wasser	3,03	—	8,00	10,90	20,24	9,09	1,17
	98,50	99,66	100,81	100,00	100.40	99,39	100,00

2. Verwittert. Catanzaro, Calabrien. Weiche grünbraune Krystalle. Schultz in Rammelsberg Mineralchemie. 421.
III. Haavi, Fillefjeld, Norwegen.
3. Verwittert. Ebendaher. Suckow. Die Verwitterung im Mineralreich. 1848. 143.
4. Verwittert. Aus Minette von Traits-de-Roche, Vogesen. Hellgraulichgrüne Prismen, Bruch matt, nach den Prismenflächen Spuren von Spaltbarkeit. Delesse. Ann. Min. (5) 10. 524. 1857. *MgO aus Differenz bestimmt.
5. Verwittert. Aus Hornblendeandesit vom Margarethenkreuz, Siebengebirge. Kleine gelbe Prismen. Wiehage. Rammelsberg Mineralchemie. 421. Früher als Speckstein bezeichnet.
6. u. 7. Verwittert. Von Warwick, Orange Co., New-York. Beck. Dana, Min. 242. Aus Kalk.

	8	IX	9	10
SiO^2	53,42	40,9	43,8	32,84
$\dddot{Al}$	7,00	15,1	13,2	13,37
$\dddot{Fe}$	—	—	23,5	2,00
FeO	15,41	12,2	—	—
MnO	—	5,8	$\dddot{Mn}$ 7,1	—
MgO	*2,94	14,5	1,5	35,12
CaO	1,87	12,0	3,0	0,96
Na^2O	—	—	—	—
K^2O	—	—	—	—
Wasser	19,86	—	7,0	17,02
	100,00	100,0	99,1	101,31

8. Strakonitzit von Strakonitz bei Mutenitz, Böhmen, Prachiner Kreis. C. v. Hauer. Jahrb. Reichsanst. 4. 699. 1853. Magnesia aus Verlust bestimmt. Aus Gneiss. Grünlichgelb, steatitähnlich, sp. G. $1,_{91}$. Im Innern noch faserige licht- bis dunkelgrüne faserige Partien, nach v. Zepharovich aus Augit entstanden. Aehnlich bei Pfaffenreuth bei Passau und dort nach Gümbel (Ostbayerisches Grenzgebirge. 356) sicher aus Hornblende des Hornblendegneisses entstanden und wesentlich Eisenoxyd enthaltend.

IX. Hornblende aus Hornblendegneiss von Auerbach, Bergstrasse. Suckow. Zs. f. d. gesammten Naturw. 25. 144. Nur $1,_{5}$ Mg O angegeben.

9. Dieselbe verwittert.

10. Loganit, Calumet Falls, Canada. Aus Kalk, zusammen mit Serpentin. T. Sterry Hunt. Geol. of Canada. 491. Rundliche braune Säulen mit Winkeln von 124°. sp. G. $2,_{60}$—$2,_{64}$. Kalk als Karbonat vorhanden.

Verwitterte Hornblende „aus Trachydolerit, der wahrscheinlich einen Gang im Trachyt bildet", vom Breiberg, Siebengebirge, enthält, nachdem sie bei 150° $6,_{5}$ pCt. Wasser verloren hat, nach Carius in Salzsäure Unlösliches $49,_{41}$ pCt. = $45,_{85}$ pCt. SiO^2, $\dddot{F}e$ (mit Spuren von $\dddot{A}l$) $1,_{72}$ pCt., Ca O $1,_{84}$ pCt. Das Ganze enthält wasserfrei berechnet

SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	$\dddot{M}n$	Mg O	Ca O	CO^2		
$45,_{85}$	$4,_{15}$	$18,_{53}$	$0,_{57}$	$6,_{13}$	$11,_{24}$	$13,_{43}$	=	$99,_{92}$ pCt.

Um allen Kalk und alle Magnesia des in Säure Löslichen als Karbonate zu berechnen, fehlen $0,_{71}$ pCt. CO^2, so dass ein Theil derselben wohl als Silikat vorhanden ist. Die bräunliche oder grünlichgraue, weiche, wenig glänzende oder matte Substanz zeigt hier und da noch die ursprüngliche Spaltung ziemlich deutlich.[1]) Bemerkenswerth ist der ungewöhnlich niedrige Thonerdegehalt.

Tschermak fand in den Hornblendeandesiten von Banow, Mähren, die Hornblenden in eine gelbliche, steinmarkähnliche Substanz umgewandelt, welche noch die Form und Spaltbarkeit des ursprünglichen Minerals, auch ziemlichen Glanz auf den Spaltflächen besitzt und oft Kerne von unveränderter Hornblende einschliesst.[2])

Blum fand lauch- oder graulichgrünen Pargasit im körnigen Kalk von Pargas zu Speckstein umgewandelt; die Umwandlung beginnt im Innern und schreitet nach aussen vor. Die grüne Farbe wird zuerst etwas gelblich, Glanz und Härte nehmen ab, die Mitte ist ganz zu weichem, graulichgelbem, etwas fettglänzendem Speckstein geworden; nur die feine Rinde des Krystalls zeigt den ursprünglichen Härtegrad.[3]) Hassenkamp fand die Hornblende der Basalttuffe des Pferdekopfs, Rhön, in bräunlichrothe, dem Kaolin ähnliche Masse um-

[1]) Blum. Pseudom. III. 278. vergl. v. Dechen. Geognost. Führer in das Siebengebirge. 114. Das Gestein ist der Amphibolandesit der Wolkenburg. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 9. 77. 1858. — [3]) Pseudom. 18. Nach dem Thonerdegehalt der Pargasite ist ein thonerdehaltiger Rest vorauszusetzen.

gewandelt,[1]) Grandjean die Hornblende von Härtlingen in lauchgrünen Speckstein, [ohne Zweifel thonerdehaltig] der sich auch im Innern der Krystalle in einzelnen Partien ausbildet.[2])

In lauchgrüner Hornblende aus Eklogit bei Böhringen, der ausserdem nur noch rothen Granat führt fand Lemberg[3]) die Zusammensetzung I, in etwas veränderter a, in stärker veränderter b, in dunkelgrüner, mit dem Messer schneidbarer fettglänzender Masse c.

	I	a	b	c	d		e
$Si O^2$	52,23	51,75	52,31	37,82	46,80	$Si O^2$	58,54
$\dddot{Al}$	4,52	6,66	6,47	11,50	4,01	$\dddot{Al}$	1,73
$\dddot{Fe}$	4,08	4,99	5,28	7,10	7,18	Fe O	5,66
Mg O	18,80	23,17	23,08	29,34	23,91	Mn O	0,36
Ca O	19,10	10,71	8,39	2,83	3,97	Mg O	10,65
Wasser	1,77	2,72	4,47	10,44	9,58	Ca O	10,86
					$CaOCO^2$ 4,84	$Na^2 O$	12,64
	100,00	100,00	100,00	99,08	99,74		100,44

Magnesia, Wasser, Thonerde nehmen in a, b, c zu, Kalk nimmt ab, in c ist der Austritt der Kieselsäure deutlich.

In sehr veränderter gelblichgrüner Hornblende (Strahlstein) aus Serpentin von Waldheim, die sich zwischen Feldspathader und Serpentin hinzieht, fand Lemberg[4]) die Zusammensetzung d.

A. Knop[5]) fand im strahlsteinähnlichen lauchgrünen Waldheimit (sp. G. 2,957), der im Waldheimer Serpentin in etwa zollmächtigen Gängen und von Kalkspath durchsetzt vorkommt, im Mittel e mit O = 11,96. 0,81. 31,22. Ob verändertes Mineral?

Umänderungen der Hornblende in Minerale der Gruppe Chloropal (Nontronit), welche wesentlich aus wasserhaltigen Eisenoxydsilikaten mit Opal gemischt bestehen, fand Gümbel im Ostbayerischen Grenzgebirge.

a. Aus Hornblendegneiss (Syenit) der Kropfmühle bei Leitzersberg bei Passau. Grünlichgelb, erdig. Gümbel.[6])

b. Aus der Schwefelgasse bei Ebnath. Gelblichgrün. Mit Porzellanerde vorkommend. v. Kobell (ib.)

c. Aus Gneiss von Tirschenreuth, Oberpfalz. Citrongelb bis zeisiggrün. H. Müller (ib.)

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Fe O	Mg O	$Ca O C O^2$	Wasser u. Glühverlust	
a	49,58	3,23	32,32		—	0,51	14,20	= 99,79
b	43,98	2,69	32,38	—	0,97	—	19,97	= 99,99
c	47,20	7,15	35,75	—	—	—	9,80	= 99,90

[1]) Jahrb. Min. 1859. 298. — [2]) Blum. Pseudom. II. 12. — [3]) Zs. geol. Ges. 27. 540. 1875. — [4]) ib. 547. — [5]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1859. 781. — [6]) Ostbayer. Grenzgeb. 1868. 357.

Lichtgrünlichgrauen, unreinen Nontronit führt Gümbel aus Strahlsteinschiefer von Wiesau an.[1])

Verwitterung der thonerdehaltigen Augite.

Auf Spalten und Rissen der Augite siedeln sich nicht selten Karbonate an, die zum Theil aus dem Augit selbst herrühren mögen.

Bei der Verwitterung wird zunächst Kalk, ferner Magnesia und Eisenoxydul entfernt, Wasser aufgenommen, so dass endlich ein wasserhaltiges Thonerdesilikat übrig bleibt. Nicht selten bleibt ein grosser Theil des Eisens als Oxyd zurück; enthalten die Augite Titansäure, so steigt im Rückstand deren Gehalt. Als Resultat der Verwitterung bleibt dann ein eisenhaltiger Thon.

Der schwarze Augit eines Melaphyrganges am Monzoni (am Weg vom Pellegrinthal zum Toal della Foglia) enthält nach Lemberg[2]) I, das strahlige, lauchgrüne, weiche Verwitterungsprodukt a.

	I	O	a
SiO^2	49,42	26,86	48,48
$\ddot{\ddot{A}}l$	5,26	2,46	8,15
$\ddot{\ddot{F}}e$	10,70	(2,14 als FeO)	11,77
MgO	14,80	5,92	13,56
CaO	18,79	5,37	15,50
Wasser	1,03		2,54
	100,00		100,00

Die Veränderung ist gering, da vielleicht der Thonerdegehalt schon ursprünglich grösser war; I mit FeO $= 16\,RO\,SiO^2 + \ddot{\ddot{A}}l$.

In verwitterten, aussen gelblichbraunen, innen gelblichweissen Augiten aus Basalt bei Bilin fand Rammelsberg[3]) a, und K. v. Hauer[4]) b, in Augit aus Basalt von Sasbach, Kaiserstuhl, A. Knop d. Augit des Basaltes von Cernosin, mit gelbbrauner Rinde bedeckt, enthält nach Rammelsberg e.

	a	b	c		d	e
SiO^2	60,63	56,50	64,35		51,37	35,5
$\ddot{\ddot{A}}l$	23,09	26,06	24,62		12,70	37,7 (Al + Fe)
$\ddot{\ddot{F}}e$	4,21	5,44	Spur		12,50	
MgO	0,91	0,58	Spur		3,09	4,1
CaO	1,27	0,90	1,03		—	6,5
Wasser	9,12	10,58	9,36		9,21	18,0
	99,23	100,06	99,36	TiO^2	9,61	101,8
				Na^2O	0,90	
				K^2O	0,51	
					99,89	

[1]) Ostbayer. Grenzgeb. 341. — [2]) Zs. geol. Ges. 29. 496. 1877. — [3]) Mineralchemie. II 413 aus Pogg. Ann. 49. 387. 1840 = Blum. Pseudom. 62. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 86. 1854. Nach Abrechnung von 3,79 pCt. Wasser, welche bei 100° weggehen. Nach Reuss sp. G. 2,308.

In b und b umschliessend findet sich Anauxit (Breithaupt), weiss, derb, kleinkörnig, Bruch blättrig mit einer deutlichen Spaltungsrichtung; sp. G. 2,814 nach Reuss; 2,372—2,376 nach K. v. Hauer, der die Zusammensetzung c fand[1]) $= 2\ \dddot{A}l + 9\ Si O^2 + 4$ aq. In a—d ist Kalk und Magnesia ganz oder zum grössten Theil fortgeführt und Wasser aufgenommen, daher das lockere Gefüge und Hohlräume im Innern von a und b. Da die Augite des Kaiserstuhls etwa 3 pCt. Titansäure enthalten, so hat der Gehalt an Titansäure sich in d relativ vergrössert.[2])

In a—d ist das Verwitterungsprodukt wesentlich wasserhaltiges Thonerdesilikat mit wechselndem Eisenoxydgehalt, das noch einen Kern von Augit umschliessen kann, während in e Kalk und Magnesia in grösserer Menge erhalten sind.

Hierher sind wohl die Umänderungen von Augit zu Speckstein zu rechnen, welche Blum anführt: Wacke von Pozza; Basalt- und Wackengang im Riesenberg bei Eibenstock; Borislau, Böhmen u. s. w.[3]) Analysen liegen nicht vor.

Augit I des Augitporphyrs von Bufaure fand Lemberg unter Erhaltung der Form in ein Gemenge von Kalkkarbonat und grünlichbraunem Thon (nach Abzug von Ca O C O² a und b) verwittert.[4])

	I	a	b
$Si O^2$	48,80	36,24	37,75
$\dddot{A}l$	4,14	13,67	12,69
$\dddot{F}e$	12,36	23,03	21,69
Mg O	14,38	14,21	12,35
Ca O	19,49	2,79	2,43
$Na^2 O$	—	} 0,20	0,46
$K^2 O$	—		0,23
Wasser	0,88	9,87	12,10
	100,00	100,01	99,70

Vorzugsweise ist Kalk entfernt; die Menge von Thonerde und Eisen ist bedeutend gestiegen und Wasser aufgenommen.

In einem Augitgestein von North Burgess, Canada, kommt neben grossen Magnesiaglimmerkrystallen ein hellgrünlichgelbes, wachsglänzendes, fett anzufühlendes, an den Kanten durchscheinendes Verwitterungsprodukt von Augiten mit Blätterdurchgängen des Augites vor. T. Sterry Hunt fand darin[5])

$Si O^2$	39,70	21,17
$\dddot{A}l$	14,20	6,63
Fe O	4,50	1,00
Mg O	25,84	10,34
Wasser	16,20	14,40
	100,44	

sp. G. 2,32—2,35.

[1]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. 5. 85. Nach Abzug von 3,04 pCt. Wasser, welche bei 100° entweichen. — [2]) Knop. Jahrb. Miner. 1877. 700. — [3]) Blum. Pseudom. 138. cf. v. Richthofen. Wien. Akad. Ber. 28. 334. 1857. — [4]) Zs. geol. Ges. 29. 495. 1877. — [5]) Geology of Canada. 491.

Demnach ist aller Kalk entfernt worden.

In dem augitischen Mandelstein von Holmestrand sah Kjerulf den ursprünglich rabenschwarzen Augit zu einer ziegelrothen Substanz verwittert, welche neben dem deutlichen blättrigen Bruch nur geringe Härte besitzt und neben etwas Kieselsäure, viel Eisenoxyd, weniger Thonerde, Kalk und Magnesia enthält. Die Verwitterung beginnt aussen und schreitet längs der Blätterbrüche in das Innere. In dem mitunter nebenbei vorkommenden Kalkspath und der Grünerde findet sich der Kalk (und ein Theil der Kieselsäure) wieder, welche aus dem Augit fortgeführt wurden.[1])

Hlasiwetz fand in nicht homogenen, aussen gelblichgrünen, serpentinähnlich veränderten Augiten des Fassathals[2])

$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Mg O	Ca O	Wasser		
33,42	8,40	5,00	24,12	12,12	12,64	=	95,70

Verwitterung von Leucit.

Die Leucite, namentlich der Tuffe, finden sich nicht selten mit einer weissen zerreiblichen Rinde umgeben, während der Kern noch durchsichtig ist; bisweilen sind sie unter Erhaltung der Form ganz verwittert, wie man annimmt, zu Kaolin.[3]) Beweise durch Analyse für diese Annahme liegen nicht vor. Verwitterte Leucite der Roccamonfina zeigen eine rauhe, aber dünne Rinde. unter der das Innere oft ganz homogen, schwach durchscheinend, weich und wachsglänzend ist.

G. Bischof[4]) fand in der äusseren Schicht a, in der inneren b, Rammelsberg[5]) (nach Entfernung der dünnen Rinde) c (Mittel aus 2 Analysen, sp. G. 2,44).

	a	b	c
$Si O^2$	* 57,28	* 56,32	56,36
$\dddot{Al}$	22,44	23,99	23,15
Ca O	Spur	Spur	0,25
$Na^2 O$	1,75	2,15	0,25
$K^2 O$	17,12	17,54	19,31
Glühverl.	1,41	nicht best.	0,74
Chlor	—		(0,08)
	100,00	100,00	100,06

O in a	=	3,36	:	10,46	:	30,55	=	0,97	:	3	:	8,76
b		3,53	:	11,18	:	30,04	=	0,95	:	3	:	8,06
c		3,42	:	10,79	:	30,06	=	0,95	:	3	:	8,36

Die Veränderung ist eine geringe, nur das specifische Gewicht ist vermindert. Natron scheint nicht zugeführt zu sein.

[1]) Christiania Silurbecken. 21. 1855. — [2]) Kenngott. Uebers. miner. Forsch. f. 1858. 147. — [3]) Blum. Pseudom. 89. — [4]) Chem. Geol. II. 479. — [5]) Pogg. Ann. 98. 150. 1856. und Handb. Mineralchem. II. 443.

In Leucitkrystallen von Rieden fand G. Bischof[1]) a und b, (b brauste etwas mit Säuren).

	a	b		c
$Si O^2$	54,36	56,22	$Si O^2$	49,42
$\dddot{A}l$ (etwas eisenhaltig)	24,28	23,07	$\dddot{A}l$	24,54
$\dddot{F}e$	—	0,48	Mg O	1,00
Ca O	—	0,23	Ca O	0,66
$Na^2 O$	3,90	6,40	$Na^2 O$	—
$K^2 O$	16,52	13,26	$K^2 O$	12,00
Glühverlust	0,64	nicht best.	Wasser	11,58
	99,65	99,66		99,20

O von a = 3,82 ; 11,29 : 28,99 = 1,01 : 3 : 7,70
b = 3,98 : 10,89 : 29,98 = 1,10 : 3 : 8,26
c = 2,63 : 11,22 : 26,36 : 10,29 = 0,69 : 3 : 6,92 : 2,70.

Die Veränderung von a und b ist grösser als in den letzt erwähnten Krystallen und der Natrongehalt hoch.

Brongniart und Malaguti[2]) fanden in weissem zerreiblichem Leucit, Fundort nicht angegeben, die Zusammensetzung c, welche nicht mit Kaolin übereinstimmt.

Ueber Umänderung von Hauyn und Nosean in Kaolin; von Nephelin und Sodalith; von Turmalin in Steinmark; von

Cordierit in Chlorophyllit und Esmarkit,
Andalusit in Steinmark,
Beryll in Kaolin,
Topas in Nakrit,
Porcellanspath in Kaolin,
Staurolith und Orthit in Thonerdesilikate,
Wernerit in Kieselsäure s. complicirte Verwitterung.

Wasserhaltige Thonerdesilikate.

Thonerdehaltige Silikate wie Feldspäthe, Topas, Beryll, Augit u. s. w. und thonerdereiche Gesteine liefern bei der Verwitterung eine Reihe von wasserhaltigen mit den verschiedensten Namen belegten Thonerdesilikaten, welche mehr oder minder grosse Mengen von Eisenoxyden, Magnesia, Kalk, Alkali, Kalkkarbonat u. s. w. enthalten und daneben nicht selten Reste der Mineralien und Gesteine, aus denen sie hervorgegangen sind. Manche sind mit amorpher Kieselsäure imprägnirt.

Die reinste Zusammensetzung ergeben die krystallinischen Kaoline und Nakrite (Steinmark) $\dddot{A}l + 2\ Si O^2 + 2$ aq. Dieselbe Zusammensetzung. schematisch 39,72 $\dddot{A}l$; 46,37 $Si O^2$; 13,91 Wasser = 100,

[1]) Chem. Geol. II. 478. — [2]) Pogg. Ann. 60. 118. 1843.

hat der krystallinische und amorphe Pholerit und der amorphe Myelin (Talksteinmark Freiesleben, Carnat), der zum Theil Eisenoxyd enthält. Ein Theil der Halloysite hat die Zusammensetzung des Kaolins, ein Theil entspricht $\ddot{Al} + 2\,SiO^2 + 4$ aq. Ein Theil des Allophans ist $\ddot{Al} + SiO^2 + 5$ aq, ein Theil enthält mehr Kieselsäure. Cimolit und Pelikanit[1]) entspricht etwa $2\,\ddot{Al} + 9\,SiO^2 + 6$ aq; Malthacit, in Lausitzer Basalten ($\dddot{R} + 6\,SiO^2 +$ 16 aq) enthält $3{,}_{15}$ pCt. Eisenoxyd.

Hierher gehört auch der Pyrophyllit und ein Theil des Agalmatolithes, Kollyrit, Razoumoffskin, Carolathin, Montmorillonit und Stolpenit, letzterer mit $3{,}_{90}$ pCt. Kalk, und der Gilbertit (s. Topas), Gümbelit mit 3 pCt. Eisenoxyd und andere.

Schrötterit ist ein Gemenge mit vorwaltendem Hydrargillit ($\ddot{Al} + 3$ aq), (Fischer), Dillnit vielleicht ein Gemenge von Diaspor ($\dddot{Al}$ + aq) und Kaolin (Dana). Miloschin, Selwynit, Wolchonskoit, Chromocker sind wasserhaltige Thonerde- und Eisenoxydsilikate, welche 2—34 pCt. Chromoxyd enthalten.

Zu den eisenoxydreicheren Abänderungen gehört Bol,[2]) Eisensteinmark, Bergseife, Gelberde (Kaolin durch Eisenoxydhydrat gefärbt). Die Zusammensetzung ist starkem Wechsel unterworfen.

Wie das Vorkommen des Allophans ($\dddot{Al}\,SiO^2 + 5$ aq) in traubigen und stalaktitischen Gestalten zeigt, ist kieselsaure Thonerde nicht unlöslich. Wie es scheint, wird die Bildung häufig von schwefelsauren Lösungen, welche aus Schwefel-Metallen (Eisen- und Kupferkiesen u. s. w.) herrühren, begleitet. So wenigstens in Gräfenthal, Gernsbach, Dehrn,[3]) Oberrochlitz, Friesdorf, Chessy u. s. w. Das Vorkommen in und mit Brauneisen spricht nicht dagegen, ebenso wenig die Mengung mit wasserhaltigem Kupferoxydsilikat (Guldhausen bei Corbach und Schneeberg). Auch gemengt mit Gibbsit ($\dddot{Al} + 3$ aq) und als durchscheinende oder durchsichtige glasartige Krusten auf demselben findet sich Allophan in Richmond, Mass., in einem Brauneisensteinlager.

Als Beimengungen kommen häufig kleine Mengen Kalk und Magnesia, Eisenoxydhydrat, Karbonate von Eisenoxydul, Kalk, Magnesia, Kupferoxyd und Gyps vor.

In einer bis unter das Meer reichenden Höhle des Lavastroms von Upolu, Samoagruppe, fand Dana[4]) die Wände und den Boden mit weissen, grauen und gelblichen Stalaktiten und Stalagmiten von „Samoit" bekleidet. Der Samoit, der wahrscheinlich noch lösliche Kieselsäure enthält, entspricht der Formel $2\,\dddot{Al}\,3\,SiO^2 +$. 0 aq und enthält ausserdem etwas Magnesia, Natron und Kalkkarbonat.

Auch Schrötterit ($8\,\dddot{Al}\,3\,SiO^2 + 30$ aq) kommt in Alabama stalaktitisch vor.[5])

[1]) Grünlich, aus Graniten des Gouvernement Kiew. Anauxit s. bei Augit S. 155. — [2]) Nach Kenngott Jahrb. Miner. 1874. 172 oft mit Kalkgehalt. — [3]) Vom Rath. Pogg. Ann. 144. 393. 1872. — [4]) Dana. Mineralogy. 1868. 478. — [5]) ib. 421.

Kapitel VII.

II. Die complicirte Verwitterung.

Die Lösungen, welche die complicirte, durch das Nebeneinander der Mineralien bedingte Verwitterung hervorbringen, sind ebenso verschiedener Art als die Wirkungen, welche dadurch hervorgebracht werden.

Zunächst sind es Lösungen der in Wasser und kohlensaurem Wasser ohne Rest löslichen Mineralien, dann die Lösungen, welche aus den nach Einwirkung von Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure löslichen Mineralien (wie Schwefelmetalle, Eisenoxyde u. s. w.) hervorgehen; ferner das aus thonerdefreien Silikaten Ausgelaugte — Karbonate von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, begleitet von Kieselsäure —; sodann das aus thonerdehaltigen Silikaten Ausgelaugte — Karbonate von Alkali, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, Kieselsäure, Silikate der genannten Basen, Thonerde in Alkalikarbonat gelöset und Thonerdesilikate (wenn man von den sparsamen Fluor-, Chlor-, Borverbindungen absieht). Dazu kommt noch die Wirkung der gelöseten organischen Substanz, welche Reduktion der Oxyde zu Oxydulen, selbst zu Metall, und Reduktion der gelöseten und neugebildeten Sulfate zu Schwefelmetallen bewirken kann, sowie Reduktion der arsensauren, aus Arseniden her vorgegangenen Salze zu Arseniden.

Ausserdem kommt in Betracht, dass die aus Sulfaten der Alkalien und alkalischen Erden reduzirten Schwefelverbindungen, welche als Mineralien nicht auftreten, Schwefelverbindungen der Metalle lösen, dass diese Lösung auf vorhandene Sulfuride einwirkt, dass Schwefelwasserstoff aus Sulfuriden zum Theil durch saure Lösungen entwickelt wird, wie sie z. B. aus verwitterten Eisenkiesen entstehen, und dass Kohlensäure unter Umständen schon zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff hinreicht.

Ferner ist noch zu erwähnen, dass die Gegenwart der Auslaugungsprodukte aus verwesenden organischen Substanzen auf die Löslichkeit mancher schwerlöslichen Mineralien von grosser Bedeutung zu sein scheint[1]) (s. Absätze).

Das Zusammentreffen aller dieser verschiedenartigen und nebeneinander in der Lösung befindlichen Substanzen mit den Mineralien eröffnet dem Spiel der chemischen Verwandtschaften ein weites Feld. Wie schon Bischof zeigt, lässt sich in den meisten Fällen der Vorgang schematisch darstellen. Die mit dem Mineral A zusammentreffende Lösung B gibt B ab und nimmt A auf oder aus der Lösung A B und dem Mineral C D entsteht die Lösung A D, und die schwerer lösliche Verbindung C B bleibt zurück, die mit einer zweiten in der

[1]) Senft. Zs. geol. Ges. 23. 666. 1871.

Lösung vorhandenen oder später zutretenden Verbindung sich so umsetzen kann, dass vom ursprünglichen Mineral C D nichts übrig bleibt. Natronkarbonat wird sich mit Gyps in lösliches Natronsulfat und schwerer lösliches Kalkkarbonat umsetzen und dieses mit Eisenchlorid in lösliches Chlorcalcium und Eisenoxydulkarbonat, resp. Brauneisen, oder mit Chlorkupfer in Chlorcalcium und Malachit, wo dann von dem Ursprungsmineral nichts mehr übrig ist.[1]) Oder Bleiglanz, zu Bleisulfat oxydirt, liefert durch Umsatz mit Karbonaten ein lösliches Sulfat und schwerer löslichen Bleispath, der, durch Kieselsäurelösung in Quarz umgewandelt, eine Pseudomorphose von Quarz nach Bleiglanz darstellt.

Die Wirkungen der complicirten Lösungen auf solche Mineralien, die in Wasser und kohlensaurem Wasser löslich sind, erklären sich demnach einfach und kommen häufig genug vor. Viel schwieriger wird dies bei der grossen Reihe der thonerdehaltigen Silikate, deren Verhalten gegen jene Lösungen experimentell sehr wenig untersucht ist. Ob bei diesen Einwirkungen die Thonerde constant bleibt oder ob und zu welchem Betrage sie in Lösung — Thonerdesilikat ist in Wasser nicht unlöslich — fortgeführt wird, lässt sich kaum feststellen.

Die Entstehung des Epidotes aus Orthoklas, Oligoklas, Labrador, Augit, Hornblende, Granat, Wernerit zeigt, dass die Processe sehr verschieden verlaufen, und die Erhaltung der Form bei dem umgewandelten Mineral lehrt, dass sehr langsame Vorgänge statt hatten.

Ueber die Lösungen, aus welchen die durch die Umänderung entstandenen Minerale sich ausschieden, lässt sich kaum etwas aussagen, da es an künstlichen Versuchen fast ganz fehlt. Hier ist fast noch Alles zu thun. Nur die eine Erscheinung tritt deutlich hervor: das aus irgend welcher Lösung Abgesetzte braucht nicht in derselben Lösung löslich zu sein.

I. Complicirte Verwitterung der thonerdefreien Mineralien.

1. Karbonate.

Einwirkung von Lösungen auf Kalkspath.

Die Löslichkeit und das häufige Vorkommen des Kalkspathes bedingt eine Reihe von Umwandlungen. Ein Theil der Pseudomorphosen, die der Kalkspath erfährt, sind Fällungspseudomorphosen. Aus den Lösungen der Metalloxydkarbonate fällt Kalkkarbonat das Metalloxydkarbonat aus und geht statt ihrer in Lösung. Ausser Pseudomorphosen in Karbonate (und die aus ihnen entstandenen Oxyde) finden sich solche in Quarz, Silikate, Fluss- und Schwerspath, Gyps, Metallsulfurete.

Die meisten Pseudomorphosen sind Umhüllungspseudomorphosen.

Reuss erwähnt von Przibram skalenoedrische, hohle, nach P^3 des Kalkspaths gebildete Pseudomorphosen, welche aus feinkörnigem Kalkspath bestehen.[2])

[1]) Beide Umwandlungen von Sorby. Chem. news. 1860. 2. 270., freilich bei Temperaturen zwischen 100 und 150° nachgeahmt. — [2]) Wien. Akad. Ber. 22. 178. 1857.

Bitterspath und Braunspath nach Kalkspath.

Eine der häufigsten Umwandlungen des Kalkspaths ist die in Bitterspath. Zuerst bildet sich eine feine rauhe Rinde von Bitterspathrhomboedern, welche auch von innen zunimmt; bisweilen bleiben zerfressene Reste des Kalkspaths übrig; die Pseudomorphosen sind stets mehr oder weniger hohl. Am häufigsten findet sich das Skalenoeder, das stumpfe Rhomboeder und die Verbindung desselben mit der sechsseitigen Säule umgewandelt. In den Hohlräumen der Pseudomorphosen sind bisweilen Bitterspäthe oder andere Mineralien abgesetzt, wie Flussspath, Quarz, Schwerspath, jüngerer Kalkspath, Blende, oder die Pseudomorphose ist wieder mit einer Kappe von Kalkspath überzogen. Bisweilen begünstigt eine feine Quarzzwischenlage die Erhaltung der Kalkspathform (Schemnitz). Aus dem Vorhandensein der zerfressenen Kalkreste geht hervor, dass, nachdem entweder aus einer Magnesialösung Magnesia aufgenommen oder, wie wohl meist, Bitterspath aus Lösung auf dem Kalkspath abgesetzt war, der Kalkspath in Lösung ging. Es sind wahrscheinlich meist Umhüllungspseudomorphosen.

Von Fundorten werden angeführt:

Sachsen: Freiberg, Beschert-Glück; junge hohe Birke; Alte Elisabeth, Christbescheerung;[1] Himmelsfürst; Reicher Segen Gottes; Himmelfahrt;[2] Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf;[3] Schneeberg: Sauschwart,[1] Bergkappe,[1] Annaberg,[1] Johanngeorgenstadt.[1]

Böhmen: Przibram,[2] Joachimsthal,[3] Schlaggenwald,[3] Pressnitz.

In den Basalten von Kolosoruk fand Sillem Rhomboeder ($^5/_8$R + 1) mit convexen Flächen, theils nur mit Bitterspath überzogen, theils in Bitterspath umgewandelt.[4]

Weitere deutsche Fundorte: Im Diabas von Weilburg, rauhe Skalenoeder mit Kalkspathkern;[5] Niedertiefenbach;[6] Galgenberg bei Idar,[7] Münsterthal,[7] Kaiserstuhl,[3] Wolfach; Müsen u. s. w. (s. S. 162).

Fassathal;[8] Schemnitz; Kremnitz; Nagybanya.[9]

Die Schemnitzer Pseudomorphosen in Braunspath sind zum Theil zu Brauneisen mit Pyrolusit gemengt verwittert.

Mexiko: Grube Carmen bei Zacualpan, Guanaxuato.[3] Andere Fundorte s. S. 162.

Blum fand den hohlen Raum der Pseudomorphosen (grosse Skalenoeder) im Münsterthal, Schwarzwald, ganz oder gewöhnlich nur theilweise von Gypsspath erfüllt, so dass sich dieser Kern leicht herausnehmen lässt. In der

[1]) Breithaupt. Jahrb. Miner. 1853. 708. Perlspath nach Kalkspath; H. Müller. ib. 1855. 69; Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. 83; v. Zepharovich. Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 434. 1853. — [2]) Breithaupt. Jahrb. Miner. 1855. 842. Tautoklin nach Kalkspath. Selten mit dünnem Rotheisen-Ueberzug. Stets hohle Skalenoeder, Reuss. Wien. Akad. Ber. 22. 167. 1857. — [3]) Blum. Pseudom. 55 u. 56. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 389; 1852. 516. Blum. Pseudom. II. 20. Nach Reuss (Ber. Wien. Akad. 10. 57. 1853) liegt keine Pseudomorphose vor. — [5]) Sandberger. Jahrb. Miner. 1845. 581; 1851. 153. — [6]) Grandjean. — [7]) Blum. Pseudom. I. 22. Im Münsterthal liegt aussen und an der Innenwand ein Ueberzug von Flussspath; das Innere ist mehr oder minder mit Quarz erfüllt. — [8]) v. Richthofen. Wien. Akad. Ber. 27. 352. 1857. — [9]) Blum. Pseudom. 55. u. III. 243; Peters. Jahrb. Miner. 1861. 442. 453.

Rinde der Pseudomorphosen sind Kupferkiese eingeschlossen, welche gleichzeitig mit dem Bitterspath entstanden sein müssen.[1])

Auf dem Wenzelgange bei Wolfach, badischer Schwarzwald, erscheint nach Sandberger Braunspath (Perlspath, Analyse b) über dem ältesten Kalkspath (a) und in Pseudomorphosen ($R^3 . R$) nach ihm. Erst Ueberzug, dann Lösung des noch vorhandenen Kalkspaths von innen heraus. Innen hat sich jüngerer Kalkspath (c), aber fast nie aussen angesetzt. Schon völlig hohle Pseudomorphosen werden von weissem Baryt überlagert.

	a	b	c
$Ca O C O^2$	99,69	56,36	95,05
$Mg O C O^2$	0,35	25,66	1,12
$Fe O C O^2$	0,21	15,30	3,83
$Mn O C O^2$	Spur	2,68	Spur
	100,25	100,00	100,00

Auf dem Gangraum wurde zuerst a, fast ganz reiner Kalkspath (sp. G. 2,720), dann der Braunspath b (sp. G. 2,847) $= 15\, Ca O C O^2 + 8\, Mg O C O^2 + 4\, Fe O\, Mn O C O^2$, dann Kalkspath c (sp. G. 2,718) mit etwas mehr $Mg O C O^2$ und $Fe O C O^2$ als a abgesetzt.[2])

Auf Grube Friedrich im Stahlberg bei Müsen fand von Lasaulx Bitterspath nach der tafelförmigen Combination des Kalkspaths aus Prisma und Basis ∞ P. o P pseudomorph. Die hohlen, nur 2—3 mm grossen Krystalle erscheinen als hexagonale, aus Bitterspathrhomboedern bestehende Ringe, bisweilen ist noch ein Kern von Kalkspath vorhanden.[3])

Von demselben Fundorte zeigte ein Handstück auf der einen Fläche eine Gruppe sehr kleiner, zum Theil in Braunspath umgewandelter Kalkspathrhomboeder, auf der anderen Fläche Faserquarz in verschiedenen Lagen den schwarzen Thonschiefer durchsetzend. Die Zwischenräume der Fasern sind mit einem matten, gelben Pulver erfüllt, einem Gemenge von Kalk- und Magnesiakarbonat. Faserkalk wurde zuerst in Braunspath umgewandelt und dieser dann in Quarz.[4])

Sandberger sah aus Sagra Familia, Costarica, hohle Pseudomorphosen nach Kalkspath in Braunspath, denen von Schemnitz sehr ähnlich.[5])

A. Kupffer[6]) fand in Bitterspathpseudomorphosen nach Kalkspath (R^3) aus silurischem Alaunschiefer von Chudleigh, Ehstland, welche oft noch einen Kern von Kalkspath enthalten,

$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	$FeOCO^2$	$MnOCO^2$	$\ddot{F}e$	$\ddot{A}l$	Bitumen	Rückstand	
78,89	11,58	0,98	0,66	1,93	0,20	0,55	5,04	= 99,78

etwa $5\, Ca O C O^2 + 1\, Mg O\, (Fe O, Mn O)\, C O^2$.

In Drusen des Trappstuffs bei Kinkell, St. Andrews, fand Heddle dunkelockergelbe Braunspathpseudomorphosen meist nach Kalkspathskalenoedern r („dog tooth scalenohedron") bestehend aus

[1]) Jahrb. Miner. 1868. 806; A. Müller. J. Miner. 1855. 415. — [2]) ib. 1869. 378. — [3]) ib. 1874. 164. — [4]) Jahrb. Miner. 1874. 166. — [5]) ib. 174. — [6]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1870. 336 aus Arch. f. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands.

Ca O C O^2	Mg O C O^2	Fe O C O^2	Mn C O^2	Unlöslich	
$51{,}48$	$37{,}42$	$7{,}02$	$1{,}98$	$1{,}78$	$= 99{,}63$. Sp. G. $2{,}742$,

etwa 8 Ca O C O^2 + 7 Mg O C O^2 + 1 Fe O (Mn O) C O^2.

Bisweilen findet sich ein Kern von farblosem Kalkspath, der auch lose vorkommt. Bei vollständiger Umänderung ist innen immer ein Hohlraum vorhanden, bei unvollständiger ein ringförmiger Hohlraum zwischen Kern und Hülle. Immer sind die Pseudomorphosen mit Braunspathkrystallen besetzt.[1])

Aus Framont beschreibt G. Rose Kalkspathskalenoeder von etwa $1^1/_2$ Zoll Länge in Braunspathrhomboeder umgewandelt. Die letzteren haben meist dem Skalenoeder entsprechende Lage, sind innen hohl, mit Beibehaltung der Form in Brauneisen umgeändert und mit Büscheln von Aragonitkrystallen besetzt.[2])

Spatheisen nach Kalkspath.

Für Spatheisen (und Sideroplesit) nach Kalkspath pseudomorph werden als Fundorte angegeben:

Freiberg: Kurprinz und Neue Hoffnung Gottes; Schneeberg; Sonnenwirbel bei Herrmannsdorf.[3])

Nach Sillem sind die Pseudomorphosen von Schneeberg innen hohl, aussen warzenförmig drusig.[4]) Am Sonnenwirbel bestehen die Pseudomorphosen nach H. Müller aus einem Krystallkern von porösem Eisenspath nach der Kalkspathcombination ∞ R; 0 R, über welchem eine dünne Kruste von Eisenspathkrystallen liegt.[5])

Lindner Mark bei Giessen. O. Hahn fand im Innern noch oft Kalkspath. Trotz möglichster Entfernung des Kalkkarbonates gab die Analyse noch $66{,}56$ pCt. Ca O C O^2; $0{,}26$ Mg O C O^2; $29{,}15$ pCt. Fe O C O^2; $3{,}42$ Mn O C O^2 und $0{,}33$ Thon nebst Spuren von Eisen- und Manganoxyden.[6]) Brozzo. Kalkspathskalenoeder, auf Pyrit sitzend, fand Strüver[7]) in ein körniges Aggregat von Siderit umgeändert. Die fast vollständige Verdrängung der Kalkerde zeigt die Analyse, welche ergab: Fe O C O^2 $94{,}30$ pCt., Mg O C O^2 $3{,}04$ pCt., Ca O C O^2 $2{,}68$ pCt. $= 100{,}02 =$ 90 Fe O C O^2 + 4 Mg O C O^2 + 3 Ca O C O^2. Beeralstone, Devonshire, nach Greg und Lettsom.[8])

In den Drusenräumen des Dolerites bei Dietesheim nahe bei Hanau fand Speyer neben Sphaerosiderit gelbe, theils hohle, theils noch mit Kalkspath erfüllte Pseudomorphosen von Eisenspath nach Kalkspathrhomboedern ($-{}^4/_5$ R). Der Beginn war Umhüllung, welcher theilweise Verdrängung folgte. Die Innenwandung ist uneben und etwas körnig; zum Theil sind die Pseudomorphosen mit einer zelligen, den Spaltungsflächen des Kalkspaths parallel laufender Masse von Eisenspath erfüllt. Wo noch Kalkspath vorhanden ist, schieben sich Eisenspathlamellen in die Blätterlagen des Kalkspaths ein, durch dessen Verschwinden jene Zellen gebildet werden. Die Pseudomorphosen sitzen theils

[1]) Transact. Roy. Soc. of Edinburgh. 27. 498. 1875. — [2]) Abhandl. Berl. Akad. 1856. 21. — [3]) Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. p. 290. Blum. Pseudom. II. 121. u. III. 250. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 398. — [5]) Cotta. Gangstudien 2. 310. — [6]) Zs. geol. Ges. 15. 265. 1863. — [7]) Jahrb. Miner. 1871. 883. — [8]) Blum. Pseudom. III. 250.

auf Kalkspath, theils unmittelbar auf dem Dolerit.[1]) Nach Theobald ist der Kalkspath der Drusenräume des Dolerites von Steinheim oft von Sphaerosiderit strahlenförmig durchdrungen oder überzogen oder ganz in denselben verwandelt. Der Sphaerosiderit durchdringt zuweilen den Dolerit ganz.[2])

Kalksinter zu Siderit umgewandelt erwähnt Rumpf aus der Braunkohle von Lankowitz, Steiermark.[3])

Eisenoxyd nach Kalkspath.

Durch Oxydation aus Eisenspath hervorgegangenes Rotheisen und Eisenglanz pseudomorph nach Kalkspath ist häufig.

Sachsen: Eibenstock, Schwarzenberg; Aue und Schneeberg; Annaberg; Freiberg; Altenberg; Geyer.[4]) Nach H. V. Oppe findet sich faseriger Rotheisenstein in hohlen Skalenoedern, bestehend aus übereinander liegenden Schalen, am Rothenberge bei Schwarzenberg pseudomorph nach Kalkspath; derbes und faseriges Rotheisenerz nach Kalkspathrhomboedern und Skalenoedern, beide dicht oder hohl, an der Spitzleithe bei Eibenstock; Skalenoeder im Eibenstocker Zug, Fortuna, Bornkindel u. s. w.; am Schwalbner Flügel auch Skalenoeder mit Rhomboedern combinirt; Skalenoeder am Gottlieb-Flachen bei Karlsfeld; Rhomboeder ($-\frac{1}{2}$R) am Rothen Kamm bei Schneeberg.[5]) G. Rose fand Zwillinge des Kalkspathrhomboeders von Altenberg in 1—2 Linien grosse, regelmässig gruppirte Eisenglanzrhomboeder umgewandelt, innen liegt dichte Eisenglanzmasse.[6]) Sillem (l. c.) erwähnt von dort zusammengehäufte, nicht sehr grosse Skalenoeder mehr in Eisenglimmer umgewandelt. Am Ziegenberg bei Geyer findet sich der dichte Rotheisenstein in grossen hohlen Skalenoedern, die aussen zuweilen noch eine dünne Lage von faserigem Rotheisen tragen. Innen sind die Pseudomorphosen durchaus uneben, meist sind die Wandungen mit nieren- und traubenförmigem Rotheisen überzogen, den hier und da eine Rinde feiner Quarzkrystalle bedeckt.[7])

Blum fand (l. c.) dichtes Rotheisen in den sechsseitigen Säulen des Kalkspathes am Königsberg bei Wolfstein, Rheinbaiern; in Skalenoedern bei Dillenburg. Bei Diez fand Grandjean Kalkspath (aus drusigem Dolomit) zum Theil in Rotheisen umgewandelt und an Concretionen aus faserigem Rotheisenstein (im Thon bei Heckholzhausen) die Kalkspathform R^3 ziemlich scharf erhalten.[8]) Nach Gümbel zeigen die innen hohlen, theilweise mit zelligen Querrippen versehenen Pseudomorphosen von Bodenmais, dass das Rotheisen aus Spatheisen entstand.[9])

[1]) Blum. Pseudom. 305. Auch bei Grosssteinheim, in der Teufelskaute von Blum beobachtet. Jahresber. d. Wetterauer Ges. 1861. 23. — [2]) Bischof. Chem. Geol. II. 154 aus Jahresber. d. Wetterauischen Ges. 1847—50. p. 117. Hornstein (Zs. geol. Ges. 19. 320. 1867) fand in Bockenheim diese Pseudomorphosen nicht. — [3]) Verh. geol. Reichsanst. 1870. 221. — [4]) Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. p. 151; Blum. Pseudom. 284. II. 114 = Breithaupt. Paragenesis 228; Sillem. Jahrb. Miner. 1851. 398; v. Zepharovich. J. Reichsanstalt 5. 435. 1854. — [5]) Cotta. Gangstudien. 2. 173 = Blum. Pseudom. III. 241. — [6]) Pogg. Ann. 91. 152. 1854. — [7]) Blum. Pseudom. 285. — [8]) Jahrb. f. Naturkunde von Nassau. 7. 229. 1851. — [9]) Ostbayerisches Grenzgeb. 256.

Sillem (l. c.) erwähnt von Zorge, Harz, grosse Skalenoeder in Rotheisen umgewandelt, innen mit Kalkspath gemengt; Blum von Grube Eiserne Kuh bei Andreasberg innen hohle, aussen drusige, aus sehr feinen Blättchen von Eisenglimmern bestehende Skalenoeder.[1]) Bei Ilfeld und unfern Andreasberg sind Skalenoeder in faseriges Rotheisen umgewandelt, das in dünnen nierenförmigen Schalen übereinander liegt. Sie sind nicht selten ganz erfüllt; während die in faserigen Rotheisenstein umgewandelten Skalenoeder von Auerbach an der Bergstrasse meist noch einen Rest von Kalkspath enthalten. Aehnlich verhalten sich die in dichten Rotheisenstein umgewandelten Skalenoeder von Hermannswaldau, Schlesien, bei denen der dichte Rotheisenstein zuweilen in körnigen Eisenglanz übergeht.

Auch in Mazapil, Mexiko, findet sich Rotheisen nach Kalkspathformen,[2]) nach Heddle in Leadhills,[3]) nach Groth in Amönau bei Wetter unweit Marburg in einem Schwerspathgang des Stringocephalenkalkes.[4])

Ausgezeichnet kommt Eisenglanz und Rotheisen zu Sundwig bei Iserlohn in Skalenoedern und spitzen Rhomboedern vor. Sie sind gewöhnlich mit einem feinen Ueberzug von Rotheisenocker überzogen und meist hohl, selten ist noch ein Kern von Kalkspath vorhanden. Oft sind die Wandungen mit Quarzkrystallen überzogen, oder Quarz oder Quarz mit Eisenglanz erfüllen den ganzen Krystall oder deren Kern besteht aus Quarz und Braunspath.

Die hohlen, innen drusigen Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Skalenoedern aus Brésoir bei Markirchen, Elsass, sind nach Blum aussen uneben und drusig, wenn nicht die Krystalle mit Eisenocker überzogen sind. Auf der Grube Arme Hülfe bei Steben, Fichtelgebirge, haben die aus feinkörnigem Eisenglanz bestehenden, innen sehr drusigen, mehr oder weniger hohlen Skalenoeder eine Rinde von nierenförmigem Rotheisenstein, auf welcher wieder zum Theil eine Haut aus kleinsten Quarzkryställchen liegt. Die selten ganz erfüllten Skalenoeder aus Rothem Todten bei Amönau, Oberhessen, bestehen aus körnig-blättrigem Eisenglanz und werden von krummschaligem Baryt umhüllt.[5]) Eisenglanz nach Kalkspath erwähnt Blum ferner nach v. Carnall von Grube Carl bei Willmannsdorf, unfern Jauer, Schlesien, und im westlichen Theil von Cornwall,[6]) Frenzel von Schwarzbach und vom Graul bei Schwarzenberg.[7])

Brauneisen nach Kalkspath.

Die Umwandlungen des Kalkspathes in Brauneisen gehen nach Blum meist so vor sich, dass Eisenspath den Kalkspath überrindet und aus dem ersteren Brauneisen entsteht, während die Umwandlung zugleich weiter nach innen fortschreitet und mit vollständiger Umwandlung in Brauneisen endigt; in dem Zwischenstadium ist noch ein Kern von Kalkspath vorhanden. Die Verdrängung beginnt mit Umhüllung, die Hülle fällt in Folge der Auflockerung, welche

[1]) Pseudom. 283. — [2]) Blum. Pseudom. 285. 286. — [3]) Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [4]) Miner. Univ. Strassburg. 1878. 125. — [5]) Blum. Pseud. 278. u. III. 240. — [6]) ib. III. 241. — [7]) Min. Lex. f. Sachsen. 146. Vom rothen Hahn am Graul bei Schwarzenberg Skalenoeder. Breithaupt. Paragenesis. 190.

durch die Entstehung des Brauneisens bedingt wird, theilweise ab. Blum konnte an ockerigem Brauneisen nach Kalkspathrhomboedern vom Enkenberg bei Brilon diesen Vorgang deutlich nachweisen.[1])

Gümbel fand in Bodenmais unter der gelblichgrünen Rinde von Eisenspath, welche sich zu Brauneisen oxydirt, den Kalkspath angeätzt. Darunter liegt oft ein zerfressener Kalkspathkern, an welchen sich zellige luckige Partien anschliessen, welche aus Spatheisen und Gyps bestehen. Endlich verschwindet aller Kalkspath, die Pseudomorphose ist nicht ganz ausgefüllt, sondern zellig-porös, zum Theil hohl. Die Ausfüllung besteht aus oft schon zu Brauneisen gewordenem Spatheisen, das blättrige Lamellen in der Richtung der Blätterdurchgänge des Kalkspaths bildet. Zwischen diesen Lamellen stehen Nadeln und Zäpfchen, daher erscheint die ganze Bildung zellig-porös. Oft ist Kies eingemengt.[2]) Hierher gehört nach Gümbel auch die von Hausmann erwähnte Pseudomorphose Brauneisen nach Pyroxen (Malakolith)[3]) aus Bodenmais.

Blum fand die innen zum Theil ganz hohlen, meist mit porösem, bisweilen erdigem Brauneisen erfüllten Pseudomorphosen von Bodenmais aus einer dünnen Rinde bestehend, welche oft mit einem feinen Ueberzuge, vielleicht von dichtem Göthit, versehen ist. Die Porosität der Erfüllungsmasse ist dadurch hervorgerufen, dass der Absatz nach der Richtung der Kalkspathblätterdurchgänge erfolgte. Sie enthält, ebenso wie die Rinde, Eisenkieswürfel, aus denen nach Blum wahrscheinlich das Brauneisen entstand.[4]) An einer anderen Pseudomorphose in Brauneisen von dort fand er noch Kalkspath im Innern, der sich fein porös, ohne deutliche Spaltung, bräunlichweiss bis braun zeigte.[5])

Dass Eisenkies die Umwandlung nicht bewirkt, wie Blum annimmt, geht aus dem von Gümbel Beobachteten hervor; das Vorkommen von Gyps im Kern zeigt, dass der mit dem Spatheisen abgesetzte Eisenkies bei seiner Verwitterung den Kalkspath angriff und selbst einen Theil des Brauneisens lieferte.

Sillem fand die Pseudomorphosen von Bodenmais aussen aus Göthit bestehend, innen aus erdigem, porösem, mit Eisenkies gemengtem Brauneisen.[6]) Gümbel erwähnt dieselben Pseudomorphosen als aus dichtem Göthit (Pecheisenstein) bestehend.[7])

In Darmstädter Mandelsteinen fand Tschermak in den Brauneisenpseudomorphosen theils einen Kern von zerfressenem Kalkspath, theils pulveriges oder schwammiges Brauneisen und eine erdige Rinde; andere haben unter dieser Rinde nur Kalkspath, einige ein Gemisch von Kalkspath mit Eisenspath.[8])

Weitere Fundorte für Brauneisen nach Kalkspath sind: South Basset nach Greg und Lettsom; Leadhills; in Rhomboedern an der Spitzleite und in hohlen Skalenoedern im Schreiber-Stollen bei Schneeberg nach H. V. Oppe;[9]) Ehrenfriedersdorf; Giepenbach nach Sillem;[10]) Rauh's Glück und Natalie zu

[1]) Pseudom. III. 242. — [2]) Ostbayerisches Grenzgeb. 255. — [3]) Blum. Pseudom. III. 182. Aus Nachrichten von der G. A. Universität zu Göttingen. No. 3. 28. Febr. 1853. p. 33. — [4]) Pseudom. 293. — [5]) ib. I. 144. — [6]) Jahrb. Min. 1851. 330 u. 1852. 529 = Blum. Pseud. II. 115. — [7]) l. c. 257. — [8]) Wien. Akad. Ber. 47. 124. 1863. — [9]) Blum. Pseudom. III. 243; cf. Sillem. J. Miner. 1851. 398. — [10]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 529.

Aue nach Frenzel;[1]) Grube Ledersack, Niederschlema, nach H. Müller;[2]) Puy de Marmant bei Clermont.[3])

Die Pseudomorphosen nach Kalkspathskalenoedern von Grube Arme Hülfe bei Steben unweit Hof fand Blum innen mehr oder minder hohl, die Wandungen rauh und drusig, die Kanten zugerundet. Die unebene, meist kleinnierenförmige Oberfläche besteht aus faserigem, die Hauptmasse aus dichtem Brauneisen. Man kann die Umhüllung verfolgen: zuerst wird der Kalkspath trübe, matt, bräunlich, die Rinde von Brauneisen wird stärker, endlich wird der Kalkspath entfernt. Auch in Neuerbürg und Lauterbaaderweg, Württemberg, und Geyer, Sachsen, sollen ähnliche Pseudomorphosen vorkommen.[4])

Reuss fand in Przibram Kalkspath von Brauneisen bedeckt, das auch in die Theilungsflächen eindringt. Die Oberfläche des Kalkspathes unter dem Brauneisen ist rauh;[5]) ausserdem kommt er ganz in Brauneisen umgewandelt vor.[6])

Manganerze nach Kalkspath.

In Nagyag, Siebenbürgen, fand Blum auf Quarz der Erzgänge im Porphyr sitzende Pseudomorphosen von Manganspath nach Kalkspath. Die kleinen, zugerundeten, kegelförmigen, aussen ganz drusigen, meist mehr oder weniger hohlen, blassrosenrothen, gewöhnlich in's Gelbliche übergehenden Skalenoeder bestehen aus lauter kleinen Individuen von Manganspath. Die ursprüngliche Form ist selten wiederzuerkennen.[7]) Peters erwähnt Hüllpseudomorphosen von dort nach Calcit I,[8]) Breithaupt Rosenspath, der aus Kalkspath entstanden sein dürfte, von Alte Hoffnung Gottes bei Freiberg.[9])

Nach Blum ist Manganit nach Kalkspath häufiger als Hausmannit und Pyrolusit nach Kalkspath. In Ilfeld beginnt die Ersetzung da, wo der Kalkspath dem Porphyr aufsass; ein körniges, manchmal etwas blättrigstrahliges Aggregat von Manganit ersetzt den Kalkspath. Bisweilen besteht der untere Theil der Krystalle aus Manganit, der obere noch aus Kalkspath; beide sind scharf von einander getrennt, obwohl sie in einander greifen.[10])

Manganit, zum Theil schon in Varvicit und Pyrolusit umgewandelt, beginnt in Winter's Kalkbruch zu Grünau bei Wildenfels den Kalkspath (R^3 oder $-2R$ mit R^3) zu verdrängen nach Breithaupt.[11])

Herbst fand in Oehrenstock bei Ilmenau ein früheres, jetzt grösstentheils hohles Kalkspathskalenoeder grösstentheils aus Hausmannit bestehend. Im inneren Hohlraum und auf den äusseren Krystallflächen sitzen Hunderte von kleinen Hausmannitkrystallen. Erst Umhüllung, dann Verdrängung.[12])

In Brauneisensteingängen des Melaphyrconglomerates am Gottlob bei Friedrichsroda fand H. Credner Pseudomorphosen von Hausmannit nach Kalk-

[1]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 186. — [2]) Cotta. Gangstudien. 2. 341. — [3]) G. Rose. Abhandl. Berl. Akad. 1856. 37. — [4]) Blum. Pseudom. 291. — [5]) Wien. Akad. Ber. 10. 45. 1853. — [6]) ib. 22 177. 1857. — [7]) Blum. Pseudom. II. 109. — [8]) Jahrb. Miner. 1861. 458. — [9]) Jahrb. Miner. 1853. 600. — [10]) Pseudom. 264. — [11]) Jahrb. Miner. 1850. 193. — [12]) Jahrb. Miner. 1842. 435. = Blum. Pseudom. 260.

spath. Der mitvorkommende Schwerspath ist zu einer specksteinartigen Masse zersetzt.[1]

Feinfaserigen Polianit in kleinen, flachen, hohlen Rhomboedern pseudomorph nach Kalkspath fand H. Müller auf Grube Johannes am Rothenberg bei Schwarzenberg. Die Pseudomorphosen sitzen auf Quarz, welcher pseudomorph ist wahrscheinlich nach Baryt.[2]

Pyrolusit, namentlich nach Kalkspathrhomboedern (R^3), pseudomorph in meist ganz erfüllten Gestalten, bisweilen mit Kernen von Kalkspath, findet sich in Ilfeld und in Oehrenstock bei Ilmenau. Die Umänderung begann mit Umhüllung, bisweilen besteht die Spitze noch aus (corrodirtem) Kalkspath.[3] Pseudomorphosen nach Kalkspathrhomboedern von Narysow bei Przibram erwähnt v. Zepharovich,[4] Oppe vom Saurücken bei Morgenröthe, W. von Eibenstock;[5] Groth von Weilburg.[6]

Varvicit (etwa $2\,MnO^2 + Mn^2O^3 + aq$) findet sich pseudomorph nach Kalkspath am Rothen Hahn am Grauel bei Raschau und in Ilfeld;[7] Duflos und Turner analysirten das Ilfelder Vorkommen. Wad pseudomorph nach Kalkspath sahen Greg und Lettsom in Leadhills.[8]

Psilomelan nach Kalkspath ($^1/_2 R . \infty R$) pseudomorph beschreibt v. Zepharovich aus Schneeberg, theils mit ebenen Flächen und scharfen Kanten, theils undeutlich in Folge der nierenförmigen Psilomelanoberfläche.[9]

Nach Breithaupt kommt Kakochlor (sp. G. $3{,}_{224}$) auf Grube „Gott segne beständig" an der Spitzleite bei Schneeberg pseudomorph nach Kalkspath ($- {}^1/_2 R . \infty R$) vor.[10] Die Flächen sind nur dann eben und glatt, die Krystalle nur dann scharf, wenn ein feiner Quarzüberzug über den Krystallen vorhanden war. Er ist häufiger auf den Flächen des Rhomboeders als der Säule. Innen sind die Pseudomorphosen dicht, Hohlräume nur gering. Der Quarzüberzug ist zuweilen wieder mit Kakochlor bedeckt.[11]

Lithiophorit (Strich bräunlichschwarz, sp. G. $3{,}_{14}$—$3{,}_{36}$) wesentlich Mangansuperoxyd mit Thonerde und Wasser, pseudomorph nach Kalkspath erwähnt Frenzel von demselben Fundort. Der Lithiongehalt ($1{,}_{42}$ pCt.) stammt wahrscheinlich aus den lithionhaltigen Feldspäthen des Granites.[12]

Zinkspath nach Kalkspath.

Neminar beschreibt hohle Umhüllungspseudomorphosen von Kalkspathskalenoedern durch Zinkspath mit Kernen von Kalkspath aus Derbyshire. An

[1] Jahrb. Miner. 1847. 2. — [2] Blum. Pseudom. III. 234; Cotta. Gangstudien. II. p. 339. — [3] Blum. Pseudom. 258. Herbst. Jahrb. Miner. 1842. 434; Söchting. Zs. geol. Ges. 9. 181. 1857. v. Fritsch. Zs. geol. Ges. 12. 138. 1860. — [4] Miner. Lex. f. Oestr. II. 255. — [5] Cotta. Gangstudien. II. 177. — [6] Mineralien d. Univ. Strassb. 1878. 112. — [7] Miner. Lex. f. Sachsen. p. 253. — [8] Blum. Pseudom. III. 288; nach Heddle. Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859 ist die Pseudomorphose dicht mit kleinen Aragoniten besetzt. — [9] Jahrb. Reichsanst. 5. 895. 1854. = Blum. Pseudom. III. 235. — [10] Breithaupt. Paragenesis. 227. Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 521. — [11] Blum. Pseudom. II. 121. Auch erwähnt durch v. Zepharovich. Jahrb. Reichsanst. 5. 895. 1854. — [12] Min. Lex. f. Sachsen. p. 190. Vergl. Weisbach. J. Miner. 1878. 849.

den inneren rauhen Flächen finden sich rhomboedrische, hervorstehende Zellen, welche sich in die Risse des Kalkkernes fortzusetzen scheinen.[1])

Die innen hohlen Umhüllungspseudomorphosen von Zinkspath nach Kalkspath, namentlich in sehr spitzen Rhomboedern (sogenannten Schweinszähnen) auf Bleierzgängen des Bergkalkes der Gegend von Bristol und zu Holywell, Flintshire, Matlock, Derbyshire, sind aussen etwas drusig und zugerundet.[2]) Mendiphills, Sommersetshire, führen Greg und Lettsom,[3]) Des Cloizeaux Sardinien als Fundort an.[4]) Dana erwähnt Zinkspath pseudomorph nach Kalkspath von Wisconsin und Ueberroth mine bei Bethlehem, Pennsylvanien;[5]) Nöggerath[6]) Zinkspath nach Kalkspath, innen hohle Skalenoeder, aus den Galmeilagerstätten vor Iserlohn. V. Monheim beschreibt vom Rammelsberg bei Goslar Kalkspath (stumpfes Rhomboeder g) in Zinkkarbonat pseudomorphosirt, welches ziemlich viel Eisenkarbonat enthielt.

Gelblichweisse, mehr oder weniger hohle Krystalle der Grube Severin bei Nirm unweit Aachen (Rhomboeder g, sechsseitiges Prisma c, zum Theil mit Gradendfläche o) bezeichnet Monheim als Pseudomorphosen von Eisenzinkspath nach Kalkspath. Sie enthielten zum Theil winzige Kryställchen von derselben Zusammensetzung, ausser Zinkkarbonat nach Eisenoxydul-, Kalk-, Magnesiakarbonat und Spuren von Schwefelsäure. Nach der Umhüllung war der Kalkspath in Lösung entfernt worden.[7]) Grünlichgraue, drusige, etwas zugerundete, mehr oder weniger hohle, mit einem zelligen porösen Aggregat von Zinkspath erfüllte Pseudomorphosen von Eisenzinkspath nach Kalkspath fand Blum[8]) in Wiesloch. Eine weitere Veränderung dieser Pseudomorphosen zeigt der Ueberzug von erdigem Eisenoxydhydrat, das Zinkkarbonat ist gelöst fortgeführt. Ueberzüge von Pyrolusit weisen den früheren Gehalt von Mangankarbonat nach. Aehnliche Pseudomorphosen nach Kalkspath (— $^1/_2$ R), theils hohl, theils mit Zinkspath erfüllt,[9]) finden sich nach Reuss bei Merklin, Pilsener Kr., Böhmen.

Nach W. Sullivan und J. Oreilly ist in den Gruben von Merodio, Provinz Santander, die in Jurakalk auftreten, der Kalkspath grossen Theils durch Zinkspath verdrängt. Manche Skalenoeder sind hohl und mit erdigem Zinkspath erfüllt oder innen mit warzenförmigen Partien von Zinkspath bedeckt.[10]) Von Barth aus Torre la Vega, S. von Santander,[11]) von Dana aus dem nahen Puente Viesgo erwähnt.[12])

Posepny fand in Raibl die Gesteinswände des erzführenden Kalkes unter der oft ganz lose anhangenden Erzmasse von Galmei, vorwaltend Zinkkarbonat, mit unzähligen napfförmigen Excavationen bedeckt, deren Convexität gegen das Gestein gerichtet ist. Da die einzelnen Galmeischalen parallel der Gesteinswand verlaufen, so lässt sich folgern, dass mit der Corrosion die Ersetzung des Kalkkarbonates durch Zinkkarbonat einherging. An manchen Stellen begann dies in einer Spalte und setzte sich von da nach aussen fort.[13])

[1]) Tschermak. Mineral. Mitth. 1875. 279. — [2]) Nach W. Phillips in Blum Pseudom. 267. — [3]) ib. III. 236. — [4]) Minéralogie. II. 152. — [5]) Miner. 693. — [6]) Verh. d. naturh. Verein. f. Rh. u. Westph. 17. Corresp. 48. 1860. — [7]) ib. 6. 49. 50. 1849. — [8]) Blum. Pseudom. II. 112. u. III. 244. — [9]) v. Zepharovich. Miner. Oester. I. 418. cf. Wien. Akad. Ber. 22. 134. 1857. — [10]) Jahrb. Miner. 1864. 850. — [11]) Blum. Pseudom. III. 236. — [12]) Miner. 693. — [13]) Verh. geol. Reichsanst. 1870. 248.

Nöggerath erwähnt vom Dickebusch im belgischen Gebiet nahe bei Herbesthal einen mächtigen Erzgang in devonischem Kalkstein, der wenig unter der Oberfläche Bleiglanz und Weissbleierz, in grösserer Tiefe Zinkspath führt. In dem schaligen Zinkspath liegen von den Seitenwänden herrührende Stücke des Kalksteins, welche angefressen erscheinen und ringsum von Zinkspathschalen umschlossen und eingehüllt werden. Der Kalkstein ist zum Theil durch Zinkspath ersetzt.[1])

Sorby wandelte bei gewöhnlicher Temperatur Kalkspath durch Chlorzinklösung in Zinkspath um. durch Chlorbleilösung in Weissbleierz.[2])

Blei- und Kupferkarbonate nach Kalkspath.

Weissbleierz nach Kalkspath beschreibt Reuss von Annaberg, Oberösterreich. Ziemlich ebenflächige und scharfkantige, ganz mit feinen Rauhigkeiten bedeckte, daher glanzlose, auf Weissbleierzmasse sitzende Rhomboeder bestehen innen aus ziemlich grosskörnigem Weissbleierz, aussen sind sie von einer dünnen Schicht graulichweissen Quarzes überzogen, innen zeigen sie nur sparsame Höhlungen.[3])

Ullmann fand auf der Grube Gnade Gottes bei Dillenburg dichten Malachit in hohlen Umhüllungspseudomorphosen nach Kalkspathrhomboedern. Die matte Oberfläche zeigt rundliche Erhöhungen, das Innere zuweilen noch einen Kern von Kalkspath. Blum beschreibt zum Theil glatte, scharfe, glänzende, zum Theil rauhe, unebene, an der Oberfläche zerfressene, innen ganz mit dichtem Malachit erfüllte Pseudomorphosen vom Falkenstein bei Schwatz, Tyrol. Dunkles Fahlerz kommt mit ihnen vor.[4]) Hausmann weiset auf die Ausfällung des Kupferkarbonates aus der kohlensauren Lösung durch Kalk hin.[5]) Tschermak beobachtete dort zollgrosse, scharf ausgebildete Skalenoeder, die entweder ganz aus amorpher, spangrüner Masse bestehen oder zum Theil noch aus unverändertem Kalkspath. Die pseudomorphe Substanz besteht aus etwa 47 pCt. Malachit und 53 pCt. Kupfersilikat.[6]) Scharfkantige, matte, zum Theil mit Lasur erfüllte Malachitrhomboeder, pseudomorph nach Kalkspath, führt Sillem aus Aragonien an.[7]) Die Rinde pseudomorphosirter, hohler, skalenoedrischer Kalkspäthe fand Nöggerath aussen aus Kupferlasur, innen aus Malachit bestehend. Sie rührten her aus einem Rücken im Kupferschiefer von Stadtberge, Regierungsbezirk Arnsberg.[8])

Nach Dana findet sich Gediegen-Kupfer nach Kalkspathskalenoedern am Oberen See.[9])

[1]) Sitzungsber. d. niederrh. Ges. in Bonn. 1865. 119 in Verh. d. naturhist. Vereins f. Pr. Rh. u. Westph. Bd. 22. 1865. — [2]) Chem. news. 1860. II. 270. — [3]) Ber. Wien. Akad. 10. 66. 1853. = Blum. Pseudom. III. 238. — [4]) Blum. Pseudom. 306. — [5]) Mineral. II. 1388. — [6]) Wiener Akad. Ber. 53. 526. 1866. — [7]) Jahrb. Miner. 1851. 398. = Blum. Pseud. II. 122. — [8]) Sitzungsber. niederrh. Ges. in Bonn. 137 in Verh. naturhist. Ver. Rh. u. Westph. Bd. 20. 1863. = Jahrb. Miner. 1864. 79. — [9]) Mineral. 15. Skalenoedrische Formen des Kupfers von dort, die sich nicht auf Kalkspath beziehen lassen, erwähnt vom Rath. Sitzungsb. niederrh. Ges. Bonn. 1877. 252. cf. Blum. Pseudom. III. 255.

Gyps, Schwerspath, Flussspath, Franklinit, Phosphorit nach Kalkspath.

In dichtem Gyps des Schafbreitergrubenreviers bei Eisleben fand Blum rhomboedrische, rauhe, unebene, zugerundete, unreingraue Krystalle aus einem höchst feinen Aggregat von Gypsspath, Pseudomorphosen nach Kalkspath.[1]) Sillem fand in der Nähe und unter Antimonit, der auf Kalkspath liegt, den Kalkspath in Gyps umgewandelt; die Spaltbarkeit nach dem Rhomboeder war geblieben. Die Stufe stammte von der Grube Abendröthe bei Andreasberg.[2])

Schwerspath pseudomorph nach dem sechsseitigen Kalkspathprisma findet sich nach Zimmermann auf dem Burgstädter Zuge bei Klausthal.[3])

Breithaupt fand Baryt nach Kalkspathskalenoedern R^3 in Przibram. Das Innere besteht aus gedrängt durcheinander liegenden, fleischrothen Schwerspathtafeln ohne Raumverminderung. Darüber sitzen kleine Kieswürfel und darüber jüngere unveränderte Kalkspathrhomboeder.[4])

Flussspath nach Kalkspath beschreiben Quenstedt und Blum von Grube Teufelsgrund bei Nieder-Münsterthal, Breisgau. Die früheren, vom Hauptrhomboeder begleiteten Skalenoeder bestehen jetzt aus Flussspathwürfeln, welche die Oberfläche der Pseudomorphosen drusig machen. Die Hüllen bestehen aus zwei Lagen, deren innere sich wahrscheinlich erst nach Entfernung des Kalkspathes bildete. In die Hüllen legten sich dann grössere Würfel von Flussspath.[5]) A. Müller fand dieselben Pseudomorphosen theils hohl und dann innen und aussen drusig oder innen mit weissem dichtem Flussspath erfüllt. Die äussere drusige Bekleidung ist von dem inneren, oder bei den soliden Krystallen von dem dichten Flussspath durch eine sehr dünne, gelbbraune, aus Braunspath bestehende Zwischenwand getrennt, welche die Umrisse des ursprünglichen Skalenoeders auf's Genaueste bewahrt hat.[6])

Nach Leeds findet sich Franklinit pseudomorph nach Kalkspath.[7]) Kalkspath in braunrothen Phosphorit umgewandelt, in dichtem Phosphorit vorkommend, fand Stein bei Katzenellnbogen, Nassau.[8]) Die Flächen sind glatt, die Kanten und Spitzen scharf.

Schwefel- und Arsenmetalle nach Kalkspath.

Eisenkies nach Kalkspath findet sich in Kurprinz, Freiberg, Tharand, (Frenzel), nach Reuss ($R - 1 . R + \infty$) in Pribram;[9]) Rodna, Siebenbürgen;[10]) nach Greg und Lettsom in Devonshire bei Tavistock, in Cornwall zu Herodsfort Leadmine bei Liskeard und zu Wheal mary, Corwan.[10]) Regelmässig sechsseitige, auf der Oberfläche feingekörnte, zum Theil innen hohle Tafeln von Eisenkies aus Schemnitz sind nach Tschermak Pseudomorphosen nach Kalk-

[1]) Blum. Pseudom. I. 21. — [2]) Jahrb. Miner. 1850. 389. u. 1852. 515. = Blum. Pseudom. II. 20. — [3]) Blum. Pseudom. 315. — [4]) Jahrb. Miner. 1853. 601. Auch von Hessenberg beobachtet. 1858. — [5]) Quenstedt. Miner. 460. und Blum. Pseudom. I. 19. — [6]) Jahrb. Miner. 1855. 415. — [7]) E. Dana in Second Appendix to the fifth edition of Dana's Mineralogy. 1875. p. 22. nach Amer. Chemist. IV. 4. Oct. 1873. — [8]) Jahrb. Miner. 1867. 702. — [9]) Paragenesis. 241. = Blum. Pseudom. II. 120. — [10]) Ber. Wien. Akad. 10. 67. 1853. = Blum. Pseud. III. 245.

spath. Alle Tafeln zeigen an den Kanten einen Besatz von etwas grösseren Eisenkieskrystallen.[1]) Umhüllungspseudomorphosen führt Breithaupt (l. c.) von Sangershausen und Rothenburg in Thüringen an. Sillem erwähnt in Eisenkies umgewandelte Kalkspathskalenoeder von Kamsdorf. Mehrere der grösseren Krystalle sind nur mit einer Rinde von Eisenkies bedeckt, oder die Umwandlung hat stellenweise von aussen begonnen, während die kleineren Krystalle ganz in kleine zusammengehäufte Eisenkieskrystalle umgewandelt scheinen.[2])

Strahlkies nach Kalkspath erwähnt Blum von Freiberg. Die Umhüllungspseudomorphosen des stumpfen Rhomboeders (g) sind rauh, drusig, haben gerundete Kanten, sind selten hohl; meist ist noch ein Rest des Kalkspaths vorhanden.[3]) Nach Reuss kommt Strahlkies nach Kalkspath auch in Felsöbanya, Nagybánya und Nagyag, Siebenbürgen, vor,[4]) nach Greg und Lettsom in niedrigen sechsseitigen Säulen auf Tamar mines bei Beerferris, Devonshire.[5])

Blende nach Kalkspath fand Sillem in Andreasberg. Grosse Skalenoeder sind ganz in Blende umgewandelt, aussen mit röthlichbraunen, ohne bestimmte Ordnung an- und durcheinander gereiheten Blendewürfeln bedeckt; innen findet sich mehr schwarze, derbe Blende. Kleine scharfe Krystalle mit glatter Aussenfläche sind völlig in Blende umgewandelt.[6]) Die Combination des gewöhnlichen Skalenoeders d^2 (Dufr.) mit dem Hauptrhomboeder des Kalkspathes fand A. Müller im Teufelsgrund, Münsterthal, Breisgau, in Blende umgewandelt. Die Masse besteht aus schwarzer körniger Blende, hier und da mit kleinen Partien von Braunspath. Diese Blendekerne sind mit einer dünnen Haut von gelbbraunem Braunspath bedeckt, welche nach den glatten durchgehenden Spaltungsflächen für jedes Skalenoeder ein einziges Braunspathindividuum bildet, aber nicht dicht auf den Blendekernen aufliegt. Braunspath und Blendekern geben scharf die Kalkspathform wieder; der Blendekern zeigt angegriffene Oberfläche. Die meisten dieser abgestumpften Skalenoeder sind noch von den unteren Seiten her bis zur Hälfte mit einer dickeren, gröber drusigen, braunen Quarzkruste überzogen. Nach der unteren (der pseudomorphen Drusenfläche entgegengesetzten) Fläche verläuft die Kernmasse in ein körniges Gemenge von Quarz und Blende, das dem Gneiss scharf auflagert.[7]) Gallus erwähnt aus den an der Grenze des Elberfelder Kalksteins und des Lenneschiefers bei Iserlohn auftretenden Erzlagern Pseudomorphosen von Zinkblende nach Kalkspathkrystallen, welche auf der von Schwefelkies und Bleiglanz begleiteten Schalenblende angeschossen sind. Man kann den Uebergang vom feinen Blendeüberzug in die vollständige Pseudomorphose deutlich verfolgen.[8])

Sillem beschreibt aus Andreasberg Bleiglanz pseudomorph nach Kalkspathrhomboedern. Der Bleiglanz hat sich lagenweise abgesetzt und die nicht

[1]) Wien. Akad. Ber. 49. 339. 1864. — [2]) Jahrb. Miner. 1851. 820. — [3]) Pseudom. 299. Frenzel (l. c. p. 200) nennt Grube Himmelsfürst als Fundort. — [4]) Ber. Wien. Akad. 10. 67. 1853. = Blum. Pseudom. III. 247. — [5]) Blum. Pseudom. III. 247. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 578. u. 1852. 534. = Blum. Pseudom. II. 110. — [7]) Jahrb. Miner. 1855. 414. = Blum. Pseud. III. 236. — [8]) Verh. Nat. Ver. Rh. u. Westph. Bd. 28. 1871. Correspondenzbl. 64.

sehr grossen Krystalle scheinen innen hohl; äusserlich ist der Bleiglanz eben. schimmernd, auf den Spaltungsflächen stark glänzend.

Knospenförmig zusammengehäufte Kalkspäthe, sogenannte Zweckenköpfe (1/2 R . ∞ R) fand Sillem in einer Druse von Przibram in Bleiglanz umgewandelt. Aeusserlich ist die Masse schimmernd und gleichsam schuppig. obwohl das Innere aus derbem Bleiglanz besteht. Nach unten finden sich Hohlräume.[1]) Nach Reuss findet sich Bleiglanz in Formen von Kalkspath in Rodnau, Siebenbürgen.[2])

Auf Grube Samson, Andreasberg, fand Sillem auf Kalkspathskalenoedern einen bis zu einigen Linien starken Ueberzug von zusammengehäuften Löllingitkrystallen. Stellenweis ist der Löllingit tiefer eingedrungen und scheint an einzelnen Punkten ein Gemenge mit dem Kalk zu bilden.[3])

Graphit nach Kalkspath.

Im mitteldevonischen Kalk des Distrikts Wildewiese im oberen Röhrthal, Westphalen, fand vom Rath auf Kalkspath (R 3, R) eine 1/6 bis 1/2 mm dicke Graphitrinde. welche man leicht abheben kann. Sie ist innen glatt, aussen feinhöckerig. Zuweilen ist der Kalkspath darunter fortgeführt, so dass Umhüllungspseudomorphosen von Graphit nach Kalkspath entstehen.[4])

Quarz, Chalcedon, Hornstein nach Kalkspath.

Die Oberfläche von Kalkspäthen aus Sommerset fand Haidinger mit Quarz überzogen, der auch auf Rissen und Blätterdurchgängen eindrang. Später wurde der Kalkspath in Lösung fortgeführt, so dass der Raum jetzt leer ist, welchen Quarzlamellen in Zellen von der Form des Kalkspathhauptrhomboeders theilen.[5])

Fundorte von Pseudomorphosen in Sachsen: Schneeberg, an der Spitzleite und bei Wolfgang Maassen; Tännigt bei Elterlein; Merzenberg bei Steinheide, Riesenberg und Milchschachen bei Eibenstock; drei Brüder Stollen zu Aue; Marienberg; Freiberg; Bräunsdorf und im Mandelstein von Oberhohndorf bei Zwickau.[6])

Nach Freiesleben erscheint der Quarz in dünnen drusigen Pseudomorphosen über sehr flachen, doppelt dreiseitigen Pyramiden von Kalkspath auf Neu-Glück und Drei Eichen im Freiberger Revier. Auf Wolfgang Maassen, Schneeberger Revier, sind aussen zart drusige oder körnige, innen hohle;[6]) auf dem Dreibrüderstollen bei Aue scharfe, glatte, innen hohle und drusige, und hier mit kleinen Bergkrystallen besetzte skalenoedrische Pseudomorphosen in Quarz, gemengt mit Rotheisenstein, beobachtet.[7]) Pseudomorphosen von

[1]) Pogg. Ann. 70. 570. Jahrb. Min. 1851. 397. 1852. 532 u. 533. Blum. Pseudom. II. 113. Blum bemerkt Pseudom. III. 275. „ist zweifelhaft". Reuss beobachtete in Przibram diese Umänderung nicht. Wiener Akad. Ber. 10. 44. 1853. — [2]) Blum. Pseudom. III. 275. = Wien. Akad. Ber. 10. 67. 1853. – [3]) Jahrb. Miner. 1852. 531. — [4]) ib. 1874. 522. — [5]) Pogg. Ann. 11. 386. — [6]) Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. p. 262. — [7]) Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 178.

Schneeberg, Quarz nach Kalkspath (stumpfes Rhomboeder g und Enteckungsflächen c; — $^1/_2$R . ∞ R.) haben eine ganz dünne, drusige, durchsichtige, aus wasserhellen Quarzindividuen bestehende Rinde und sind innen hohl, Wandungen ziemlich glatt. Ebenda finden sich auch Skalenoeder umgewandelt.[1])

H. V. Oppe fand Quarz nach Kalkspath: hohle, mit einem Rhomboeder combinirte Skalenoeder im Rothgruber Zug am Milchschachen, Skalanoeder mit zwei Rhomboedern combinirt am Riesenberg; hohle und dichte Rhomboeder Friedefürst und Spitzleite.[2]) Gesellschaft am Stinkenbach bei Eibenstock.[3])

Ueber Pseudomorphosen aus Schneeberg s. auch v. Zepharovich[4]) und vom Rath[5]) und bei Hornstein (S. 178).

Sillem fand in Grube Dorothea, Clausthal, Kalkspathskalenoeder von einer dicken Rinde zusammengehäufter Quarzkrystalle umgeben. Der Kalkspathkern ist matt, körnig, verändert und der Quarz dringt in den Kalkspath ein.[6])

Scharff erwähnt über 2 Zoll grosse Pseudomorphosen von Quarz nach skalenoedrischem Kalkspath aus den Quarzgängen bei Königstein, Taunus.[7])

Quarz nach Kalkspath (oder Bitterspath?) in Primitivrhomboedern führt A. Müller vom Teufelsgrund im Münsterthal, Breisgau, an.[8]) Nach Blum hatten sich zuerst hohle Umwandlungspseudomorphosen, aus ganz dünnen Rinden bestehend, in Bitterspath gebildet; später drang von der Ansatzstelle Kieselsäurelösung ein und setzte Quarz ab, so dass sie die Bitterspathrinde meist nach aussen hin verdrängte.[9]) F. Sandberger fand Quarz nach Kalkspathskalenoedern auf Thonschiefer, wahrscheinlich von Holzappel,[10]) und Verdrängung des stengeligen Kalkspaths in Klüften der Diabase von Weilburg und Diez durch stengeligen Quarz.[11])

Böhmen. In Zinnwald fand Sillem auf krystallisirtem Quarz innen hohle Pseudomorphosen in Quarz nach den flacheren Rhomboedern des Kalkspaths, von dem nichts mehr vorhanden ist.[12]) Zippe fand in Mies Quarz pseudomorph nach Kalkspath. Die innen hohlen Pseudomorphosen sind mit Zellen nach der Richtung der regelmässigen Struktur des Kalkspathes durchzogen. Der Kalkspath fehlt auf den Gängen von Mies, und nur diese Pseudomorphosen beweisen sein früheres Dasein.[13]) In Przibram fand er in denselben noch Reste von zerfressenem Kalkspath.[14]) Reuss beschreibt Quarz nach Kalkspath von Joachimsthal. Die kurzen säulenförmigen Krystalle (R — 1 . R + ∞) mit sehr grobdrusiger Oberfläche sind immer sehr porös.[15]) Die aussen sehr drusigen Skalenoeder (P^3) von Oberhals bei Pressnitz enthalten innen Höhlungen, welche mit

[1]) Blum. Pseudom. 234. Umhüllungspseudomorphosen, im Innern chalcedonartig, fand Sillem in Schneeberg in sechsseitigen Tafeln. J. Min. 1852. 525. — [2]) ib. III. 217. — [3]) Quarz und Rotheisen gemengt. Cotta. Gangstudien. II. 174. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 433. 1854. — [5]) Zs. geol. Ges. 26. 961. 1874. und Pogg. Ann. 155. 23. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 395. — [7]) ib. 1868. 315. — [8]) ib. 1855. 417. — [9]) Pseudom. 235. u. I. 134. Vgl. über eine ähnliche Pseudomorphose E. Geinitz in Jahrb. Miner. 1876. 472. — [10]) Jahrb. Miner. 1848. 182. — [11]) ib. 1877. 276. — [12]) Jahrb. Miner. 1851. 395. — Blum. Pseudom. II. 95. Auch von Reuss erwähnt. — [13]) Jahrb. Miner. 1834. 559. — [14]) Blum. Pseud. 232. Reuss fand dort vollkommene Bedeckung der Rhomboeder mit Hornstein, die Bildung der Pseudomorphose erst beginnend (vgl. Zippe. J. Miner. 1834. 539), Skalenoeder stets hohl und nur dünne Rinden bildend. Reuss. Wien. Akad. Ber. 22. 167. 1857. — [15]) Wien. Akad. Ber. 10. 49. 1853. (= Blum. Pseudom. III. 217.)

kleinen Quarzkrystallen besetzt sind.[1]) Rhomboeder (R — 1) mit gebogenen Flächen von Zinnwald fand Reuss in Quarz umgewandelt.[2]) In Mühlhausen bei Tabor bestehen nach Reuss die aussen fein-drusigen Skalenoeder aus einer kaum $^3/_4$ Linien dicken, feinkörnigen Quarzschale, sind innen entweder ganz hohl oder mit traubigem Quarz erfüllt.[3]) In Platten kommt Kalkspath (— $^1/_2$ R . ∞ R) in Quarz umgewandelt vor nach Breithaupt,[4]) nach Oppe mit Polianit überzogen. Quarz nach „Papierspath" fand v. Zepharovich in Mutenitz bei Strakonitz[5]) und erwähnt Pseudomorphosen nach Kalkspath (— 2 R) von Olomuczan, Mähren.[6])

Umhüllungspseudomorphosen von Quarz nach Kalkspathskalenoedern aus Waldenstein, Kärnthen, erwähnt Döll,[7]) Pseudomorphosen in Quarz von Herrengrund, Ungarn, v. Zepharovich.[8])

Nach Tschermak wird in den Mandelsteinen Kalkspath häufig durch Quarz verdrängt, so in Oberstein; Montecchio maggiore; Riesendamm, Irland; Südtyrol; Sachsen; Kaukasus; Pullendorf, Oldenburger Comitat. Es finden sich oft Mandeln, die zum Theil aus Kalkspath, zum Theil aus Quarz bestehen und bald scharfe Grenzen zwischen beiden, öfter Uebergänge zeigen. Der Quarz verbreitet sich an einem oder mehreren Punkten, vor sich ein Gemisch von Kalkspath und Quarz, zwischen sich kleine Kalkspathpartikel. Der Quarz ist klar, frisch, der Kalkspath in Auflösung begriffen. Seltener ist der Kalkspath jünger als der Quarz. Ein Mandelstein von Vicenza zeigte auf Quarz eine kleine Pseudomorphose von Quarz nach Kalkspath und darauf wieder Kalkspath.[9]) Blum fand in den Amethystkugeln der Mandelsteine bei Oberstein zum Theil hohle, zum Theil noch Reste von zerfressenem Kalkspath enthaltende Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath,[10]) Mohs innen hohle, meist glatte, aussen drusige und mit Quarzkrystallen besetzte Pseudomorphosen von gemeinem Quarz nach Kalkspath in Schemnitz. Auch Skalenoeder und spitze Rhomboeder des dortigen Kalkspathes finden sich in Quarz verändert.[11])

Kalkspathrhomboeder ($^2/_3\, a^1 : {}^2/_3\, a^1 : \infty\, a$) fand v. Richthofen in den Tuffen von Molignon, Südtyrol, mit dünnen, sehr fein krystallisirten Quarzüberzügen und zum Theil durch Quarz verdrängt.[12]) Im Tuffgebirge zwischen Monte Creppa und Bufaure ist der Kalkspath, die Ausfüllung der Gangmassen, von den Wänden aus in Quarz umgewandelt, auf den Conglomeraten von Cipit hat der Quarz dann ein opalähnliches Ansehen.[12])

Greg und Lettsom erwähnen Quarz nach Kalkspath von Gwennap mines, Botallack, und Consolidated mines bei St. Ives, Cornwall;[13]) Sillem[14]) von Haytor, Derbyshire. Hier ist die Säule mit dem flacheren Rhomboeder, zuweilen mit der Endfläche und dem Hauptrhomboeder verbunden. Die hohlen Pseudomorphosen sind traubig und mit Quarzkrystallen bedeckt und tragen zu

[1]) l. c. p. 52. cf. Jokely. Jahrb. Reichsanst. 8. 597. 1857. — [2]) l. c. p. 53. — [3]) ib. p. 54. — [4]) Paragenesis. p. 197. — [5]) Jahrb. Reichsanst. 4. 698. 1853. — [6]) Miner. Oestr. I. 362. — [7]) Verh. geol. Reichsanst. 1876. 171. — [8]) Min. Oest. II. 268. — [9]) Wiener Akad. Ber. 47. 118. — [10]) Blum. Pseudom. I. 135. — [11]) Blum. Pseudom. 233. — [12]) Wiener Akad. Ber. 27. 348. u. 353. 1857. — [13]) Blum. Pseudom. III. 217. — [14]) ib. II. 95. = Jahrb. Miner. 1851. 394. u. 1852. 525.

Brauneisen verwitterte Schwefelkieskörner. Die innere dünne Lage der Pseudomorphosen besteht aus sehr kleinen Quarzkrystallen, darüber sitzt nach aussen eine dickere, aussen matte und rauhe, nach innen traubige Lage von chalcedonartigem Ansehen. Darüber folgt eine Hornstein ähnelnde Masse, nach aussen endlich Dolomit.

Kalkspathskalenoeder in Quarz umgewandelt nennt Blum noch von Montbrizon, Département de la Loire; von den Silbererzgängen der Grube los Animos bei Tlalpuxahua, Mexico; von den Bleiglanzadern zu Williamsbourgh, wo auch sechsseitige Säulen in Quarz umgewandelt vorkommen. Hohle, aussen sehr drusige Rhomboeder in Quarz umgewandelt finden sich nach Hitchcock auf den Bleierzminen von Southampton und Westhampton, Massachusetts.[1]) nach Sillem in Vallecas.[2])

Aus der Serra in der Nähe von Paso Fundo, Rio grande, Brasilien, beschreibt vom Rath aus einer Chalcedon-Geode zwei regelmässig verwachsene Kalkspathskalenoeder (R^3), welche in schwärzlichbraune Masse feinzelligen krystallisirten Quarzes umgeändert sind. Die zahlreichen Streifen, resp. Lamellen, die nach 3 Richtungen parallel einer Fläche $- \frac{1}{2}R$ liegen, haben bei der Umwandlung ihre Spur sehr deutlich hinterlassen, indem feine Blätter von Chalcedon und drusige Flächen feinster Quarzkryställchen alterniren. Ebenso bemerkenswerth ist der Aufbau aus etwa $\frac{1}{2}$ mm dicken Schalen, die sich durch denselben Wechsel von Chalcedon und Quarz offenbaren.[3])

Prasem nach Kalkspath, aus der Gegend von Breitenbrunn, Sachsen, beschreibt Blum als rauhe, erfüllte oder nur wenig poröse, sechsseitige Säulen mit den Flächen des stumpfen Rhomboeders ($- \frac{1}{2}R \,.\, \infty R$).[4]) Nach Mittheilungen von Websky ist der stenglig abgesonderte Prasem von Breitenbrunn durch Verdrängung des Kalkspathes, der Hornblende führt, entstanden.

Eisenkiesel nach Kalkspath aus den Eisensteingängen des Schneeberger Reviers, hohle Rhomboeder und Skalenoeder, ist aussen drusig. Die meisten Umhüllungspseudomorphosen bestehen aus mehreren (bis 7) Rinden, deren jede die Kalkspathform darstellt. Diese Rinden, oft durch einen Hohlraum von einander geschieden, sind alle feindrusig, meist sehr dünn. Auf Grube Abraham bei Tiefengrün im Baireuthischen kommen Kalkspathrhomboeder (nach Hauy) in Eisenkiesel umgewandelt vor.[5]) Karneol in hohlen Pseudomorphosen nach Kalkspath erwähnt Blum aus Felsitporphyr von den todten Löchern bei Chemnitz und aus Rothliegendem von Ober-Dorfelden, Wetterau. Hier sind die aussen rauhen Krystalle oft mit Quarzkrystallen bedeckt, welche sich auch an den Innenwandungen finden.[6])

Umhüllungen von Kalkspath erst mit Chalcedon, dann Fortführung des Kalkspathes und spätere Erfüllung des Hohlraumes mit strahligem Quarz, dessen strahlige Struktur von der Fläche des ursprünglichen Skalenoeders ausgeht, beschreibt Haidinger[7]) von Kupferberg, Böhmen. In Meerschaum bei Vallecas, unfern Madrid, kommen Ueberzüge und Umhüllungen von Chalcedon auf

[1]) Blum. Pseudom. 236. — [2]) Jahrb. Miner. 1852. 525. — [3]) Sitzungsber. niederrhein. Ges. Bonn. 1877 252. — [4]) Blum. Pseudom. 242. — [5]) Blum. Pseudom. 244. — [6]) Pseudom. 248. — [7]) Pogg. Ann. 65. 617. 1845. = Blum. Pseudom. I. 136.

Kalkspath vor. Die ersteren schliessen manchmal einen Kern von Chalcedon ein.[1]) Umhüllungen derselben Art führt Breithaupt an von Grube Weisser Hirsch bei Freiberg,[2]) Sandberger auf Klüften des Diabases am Löhnberger Weg bei Weilburg, Nassau,[3]) Blum aus Mandelsteinen von Island.[4]) In Hüttenberg, Kärnten, fand Blum auf Brauneisen, das, aus Eisenspath entstanden, einen feinen Ueberzug von schaumigem Wad zeigte, Kalkspathskalenoeder von weissem Chalcedon überzogen; den durch Fortführung des Kalkes entstandenen Hohlraum füllte später Chalcedon zum Theil aus, während sich aussen brauner, selten weisser Chalcedon absetzte, den wieder an einigen Stellen nierenförmiger Pyrolusit bedeckt. Von Penzance und St. Just, Cornwall; Haytor iron-mine, Devon, führen Greg und Lettsom Chalcedon nach Kalkspath an.[5]) In Schneeberg, Sachsen, kommt Chalcedon in Umhüllungspseudomorphosen nach Kalkspath vor. Die braunen, glatten oder traubigen Krystalle sind theils leer, theils mit Chalcedon erfüllt. Nur der äussere Ueberzug ist braun, die innere Schicht farblos. E. Geinitz fand zunächst nach innen, also zuerst auf den Kalkspath Quarzkörner abgesetzt; an diese reihen sich entweder wieder farblose Quarzkrystalle oder meist farblose Chalcedonfasern, welche senkrecht zur Krystallfläche des ursprünglichen Kalkspathes stehen. Darüber sitzt faseriger brauner Chalcedon, radial zu traubigen Formen aggregirt oder in senkrechten Fasern ziemlich parallel der Krystallfläche endend. Auf jenen ersten Absatz von Quarzkörnern folgt nach innen brauner strahligfaseriger Chalcedon, in dessen Aggregaten die Drusen farblose Quarzkrystalle enthalten. Das Innere der Pseudomorphose ist mit regellos gelagerten, traubigen Chalcedonmassen erfüllt. Die dunkle Färbung des Chalcedons wird durch Blättchen oder Schuppen von Eisenoxydhydrat bedingt. In dem braunen Chalcedon finden sich kleine Partikel von Kalkspath, ebenfalls eine Neubildung. Auf die Umhüllung war also Ausfüllung gefolgt.[6])

In einer Druse der Grube Wolfgang Maasen in Schneeberg fand H. Müller den die Hauptmasse des Ganges bildenden Kalkspath in dichten Hornstein oder feinkrystallinischen Quarz umgeändert. Zuerst erscheint der Kalkspath in der Richtung der Blätterdurchgänge etwas ausgefressen oder von kleinen Höhlungen durchlöchert; in beiden ist ein Ueberzug von äusserst feinen Quarzkrystallen bemerkbar. Weiter nach innen ist der Kalkspath noch mehr zerstört und ein inniges Gemenge von Kalkspath und feinkrystallinischem Quarz entstanden, zuletzt nur noch röthlichbrauner Quarz oder häufiger pfirsichblüthrother bis graubrauner, zum Theil eisenschüssiger, jaspisartiger Hornstein vorhanden. Grosse flache Rhomboeder (— $1/2$ R) sind in diesen Hornstein umgewandelt. Auch hier war, wie überall wo in Schneeberg Pseudomorphosen von

[1]) Blum. Pseudom. 247. s. auch bei Opal. — [2]) Paragenesis 223 = Blum. Pseudom. II. 98. — [3]) Blum. Pseudom. II. 98. Sandberger. Jahrb. Miner. 1845. 584. [4]) Pseudom. III. 225. Nach Des Cloizeaux (Minér. II. 120). Westende von Reynivallahals, Westküste von Island. — [5]) ib. III. 226. — [6]) Blum. Pseudom. 250, wo die Schneeberger Pseudomorphosen in Chalcedon und Hornstein unter Hornstein zusammengefasst werden. Breithaupt. (Paragenesis 223) hält die Schneeberger Pseudomorphosen meist für Chalcedon. — Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 461.

Hornstein oder Quarz nach Kalkspath auftreten, Schwefelkies in Punkten und Krystallen vorhanden.

In der Nähe wurden auf demselben Gange in einem wasserleeren Drusenraum $^1/_2$—$^3/_4$ Zoll grosse, hohle, pseudomorphosirte Skalenoeder in noch weichem Zustande, zerdrückbar wie duktiler Letten, gefunden. Sie waren aussen rauh und schmutziggelbgrün, innen glatt und etwas lichter gefärbt und enthielten in den Höhlungen Gypsnadeln. „Manche Stellen der Drusenwände waren mit derartigen schon erhärteten Pseudomorphosen bekleidet und ergaben sich als auf der Oberfläche lichtröthlicher, poröser, hornsteinähnlicher Quarz. Die Gangmasse ringsum bestand aus Quarz, Hornstein mit eingeschlossenen Schwefelkiespartien, Kobalt und etwas Wismuth, von Kalkspath war nichts zu bemerken. Ueber Tage erhärteten die Pseudomorphosen im Verlauf mehrerer Wochen." Auch tritt die Vergesellschaftung von Kies, Gyps und Pseudomorphosen von Kalk in Quarz oder Hornstein hervor.[1])

Hornstein nach Kalkspath kommt nach Blum in Schneeberg, auf dem Michaelis Stehendem bei Kühschacht, Grube junge Birke, Freiberger Revier, und in Johann Georgenstadt vor. Selten ist noch ein Kern von Kalkspath vorhanden, gewöhnlich sind die hohlen Pseudomorphosen innen mit Quarzkrystallen überzogen oder mit Quarz ausgefüllt.[2]) Fundorte noch: im Eibenstöcker Revier Gesellschafter Zug; Friedrichszeche; Pohler Stollen; Tannenbaum Stollen und Spitzleite[3]) u. s. w. in rothen und schwarzen Hornstein umgeänderte Skalenoeder und Rhomboeder.

E. Geinitz beschreibt Pseudomorphosen von Hornstein nach Kalkspath von Schneeberg wie folgt: Die scharfe ebenflächige Umhüllung des ursprünglichen Krystalls bildet eine schmale farblose Zone von Quarzkrystallen, von welchen einwärts splittriger, durch Eisenoxydhydrat rother Hornstein auftritt. In seinen Drusen sitzt farbloser Quarz. Aussen sind die Säulen mit Quarzkrystallen besetzt, welche mit bläulichem Chalcedon überzogen sind. Auch hier finden sich kleine Kalkspathstückchen inmitten von Quarztrauben, wodurch das ziemlich gleichzeitige Eintreten der Auslaugung und Erfüllung des überkrusteten Krystalls erwiesen wird.[4]) G. Jenzsch erwähnt Hornstein nach Kalkspathskalenoedern in Blasenräumen des Amygdalophyrs von Weissig.[5]) Nöggerath Skalenoeder angeblich aus Oberstein, sicher aus dem Melaphyr der Nahegegend. Sie zeigen auf der Oberfläche eine Rinde von feinen Quarzkrystallen, darunter eine papierdünne Schale von Achatjaspis, darunter eine Masse aus grünlichem oder weissem Quarz. Grösstentheils hohle Skalenoeder von Wieselbach aus ziegelroth- und weissgeflecktem Achatjaspis bestehen aus zwei oder mehr dünnen, durch leere Zwischenräume getrennten Jaspisschalen. Oft hohle, in Quarz umgewandelte Skalenoeder von Ronneberg und Vollmersbach, Birkenfeld, enthalten bisweilen noch stark zerfressenen Kalkspath. Ueberall ist Bekleidung oder Erfüllung mit erdigem Manganoxydhydrat vorhanden.[6])

[1]) Zs. geol. Ges. 2. 15—17. 1850. — [2]) Pseudom. 250. vergl. Sillem. Jhb. Miner. 1852. 526. — [3]) Blum. Pseudom. III. 229. Nach H. V. Oppe in Cotta Gangstudien II. 174 u. fg. — [4]) Jahrb. Miner. 1876. 463. — [5]) ib. 1854. 404. — [6]) Haidinger. Naturw. Abhandlung. Bd. III. Theil 1. 157 u. fg. 1850.

Opal nach Kalkspath.

Gemeiner weisser oder bläulichweisser Opal kommt auf Chalcedon sitzend in Island nach Blum als hohle Pseudomorphose nach Kalkspath vor.[1]) In Vallecas, Spanien, wahrscheinlich in Meerschaum, finden sich Pseudomorphosen in linsenbraunen halbopalartigen Chalcedon, der mit einer Rinde von bläulichweissem Opal überzogen ist. Auf dieser sitzen einige Umhüllungspseudomorphosen derselben Substanz nach Kalkspath. An einer Stelle bedecken meist an Ecken und Kanten zugerundete Kalkspäthe jene Rinde. Die Pseudomorphosen sind theils hohl, theils enthalten sie weissen Opal, theils Kalkspathreste, sind etwas zugerundet und auf der Oberfläche hier und da kleinnierenförmig.[2]) In Drusenräumen eines bräunlichen Halbopals von Haslau bei Eger fand Blum fast ganz glatte, an Ecken und Kanten zugerundete, innen mehr oder weniger hohle Pseudomorphosen in licht gefärbten Halbopal. An den Wandungen der ersten Umhüllungsrinde, welche die Form der Krystalle erhalten hat, setzte sich eine dünnere oder dickere Lage von Halbopal mit nierenförmiger Oberfläche an.[3])

E. Geinitz[4]) beschreibt Umhüllungspseudomorphosen von Halbopal (und Quarz) nach Kalkspath von Leissnig, Sachsen. Auf die Kalkspathskalenoeder setzte sich zunächst die jetzt mürbe und trüb gewordene Masse von Halbopal ab, dann fand nach Wegführung des Kalkspathes (wohl ziemlich gleichzeitig) die Ausfüllung des Innenraumes durch braunen Halbopal und die weitere Bedeckung des Ganzen mit Quarz statt. In dem braunen Opal liegen Krystalle, Körner und eckige Bruchstücke von Quarz, und in Drusen Hyalit.

Meerschaum, Speckstein, Dermatin nach Kalkspath.

Meerschaum nach Kalkspath kommt bei Vallecas, unfern Madrid, vor. Blum fragt, ob die Bildung mittelbar stattgefunden habe, so dass sich zuerst Pseudomorphosen von Chalcedon oder Halbopal (s. S. 176) bildeten, welche dann zu Meerschaum umgewandelt wurden.[5])

Pseudomorphosen nach sechsseitigen Prismen, wahrscheinlich von Kalkspath, zu Serpentin mit etwas Dolomit fand I. D. Dana in dem Magneteisenlager von Tilly Foster, Putnam Co., New-York. Sie haben einen Ueberzug von faserigem Serpentin, unter welchem meist eine körnige Dolomitkruste liegt.[6])

Nauck beschreibt von Göpfersgrün aussen rauhe und drusige Pseudomorphosen von Kalkskalenoedern (a : $^1/_2$: $^1/_3$ a : c) in Speckstein, deren Inneres aus Bitterspathrhomboedern besteht. Er nimmt an, dass zuerst der Kalk in Bitterspath und dieser dann in Speckstein umgewandelt ist.[7]) Specksteinmandeln mit Resten von Kalkspath aus Basalt vom Riesendamm, Irland, und von Oberstein, hier mit Quarzrinde, lassen Tschermak auf Entstehung des

[1]) Blum. Pseudom. II. 98. — [2]) ib. III. 230. und Pseudom. 254. — [3]) ib. III. 229. [4]) Jahrb. Miner. 1876. 468. — [5]) Blum. Pseudom. 258. — [6]) Sill. Amer. J. (3) 8. 379. 1874. — [7]) Pogg. Ann. 75. 147. 1848.

Specksteins aus Kalkspath oder Bitterspath schliessen.[1] In Drusen und Mandeln der Sohlbasalte der Grube Alexandria, Nassau, Waffenfeld, verdrängt Speckstein, der nach Sandberger Thonerde und Kali enthält, den Kalkspath, in den er eindringt. Wahrscheinlich wird aller sogenannter Speckstein der Basalte Thonerde enthalten.[2] In Serpentin aus Cornwall kommt Speckstein nach Kalkspathrhomboedern $^1/_2$ r vor. (Berliner Museum).

H. Müller fand in Waldheim, Sachsen, Kalkspathskalenoeder innen ganz in Dermatin umgewandelt, während sie aussen zum Theil mit schwacher Rinde von Kalksinter überkrustet sind.[3]

Chlorit, Delessit, Grünerde, Feldstein, Chrysolith, Granat, Zeolithe nach Kalkspath.

Nach Sillem kommt am Büchenberge bei Elbingerode Chlorit nach Kalkspathrhomboedern vor. Sie sind theils hohl, zum Theil enthalten sie nach innen einen Kern von Kalkspath; bei einigen sind Chloritlamellen in die Spaltungsrichtungen der verschwundenen Kalkspäthe eingedrungen. Der schwärzlichgrüne Chlorit ist grösstentheils mit einer dünnen Brauneisenrinde überzogen.[4] An vielen Stellen ist der Kalkspath, der diese Pseudomorphosen begleitet, mit Chlorit gemengt. Ein Kalkspathrhomboeder besteht aussen aus Chlorit, innen aus einem Gemenge von Chlorit, Kalkspath und Brauneisen.[5] Nach List liegen nicht Pseudomorphosen vor, sondern Verwachsungen mit Metachlorit.[6] nach Volger echte Verdrängungspseudomorphosen in Chlorit.[7] Ueber Eindringen von Chlorit auf den Spaltungsrichtungen des Chlorites im Kreuzlithal. Graubünden, siehe Volger l. c. 116 u. fg.

Im Zwickauer Melaphyr finden sich nach Tschermak ganz oder theilweise hohle Kugeln von radialfaserigem Delessit, welche Kalkspath und lose, aussen angeätzte Kügelchen von Kalkspath enthalten. Die Kalkspathkugeln des Gesteins sind von Delessit verdrängt.[8]

Pseudomorphosen von Grünerde nach Kalkspath kommen nach Heddle. zusammen mit Edingtonit, bei Old Kilpatrick, S. Dumbarton, vor.[9]

Kalkspathskalenoeder aus Sachsen, wahrscheinlich bei Chemnitz, aus Gangklüften des Porphyrs beschreibt Blum in dichten, rothen, seltner etwas erdigen Feldstein umgewandelt, mit welchem Quarz sich findet. Als weiterer Fundort ist der Pohler Stollen oberhalb Wildenthal bei Eibenstock angeführt, wo die Pseudomorphosen noch mit solchen von Quarz nach Flussspath bedeckt sind.[10]

Nach Sillem sind am Monzoni „Kalkspathskalenoeder auswärts in Chrysolith, innen in eine thonige Masse umgewandelt. Der Chrysolith körnig, mit erkennbaren Individuen. Auf Quarz und Kalkspath".[11] Ob Pseudomorphose?

[1]) Wien. Akad. 47. 123. 1863. — [2]) Grandjean. Jahrb. Nassau. 7. 231. 1851. — [3]) Cotta. Gangstudien. II. 342. Dermatin nach Ficinus wesentlich SiO^2, FeO, MgO, Wasser; grünlich, amorph. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 395. — [5]) ib. 1851. 329. und 1852. 523. — [6]) Zs. geol. Ges. 4. 637. 1852. — [7]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Min. 1854. 107. — [8]) Wiener Akad. Ber. 46. 493. 1862. - [9]) Blum. Pseudom. III. 276. vergl. bei thonerdehaltigem Augit. — [10]) Blum. Pseudom. 256. und II. 103. Nach Volger ist der wahrscheinliche Fundort der ersteren Euba. Jahrb. Miner. 1861. 30. Ob Pseudomorphose? — [11]) J. Miner. 1852. 528.

Kalkspath in Granat umgewandelt, Fundort unbekannt, erwähnt Reuss.[1]) Ob Pseudomorphose.?

Analcim nach Kalkspath, Skalenoeder, die noch unveränderten Kalkspath enthalten, nennt Heddle von Long Craig,[2]) Blum Mesotyp nach Kalkspath?[3])

Einwirkung der Prehnitlösungen auf Kalkspath beschreibt Grandjean aus Dillenburger Grünsteinen.[4]) Prehnit nach Kalkspath findet sich am Fuchskopf bei Freiberg, Breisgau[5]), und in hohlen Umhüllungspseudomorphosen am Sattelberg bei Niederkirchen. Die spitzen Rhomboeder (— 2 R) sind aussen rauh und drusig, innen drusig, weil sich Prehnit im Innern abgesetzt hat.[6])

Skolezit nach Kalkspath führt von Richthofen an von den Alpe Sotto i Sassi, Südtyrol, aus einem Tuffgestein. Die Umwandlung begann von den Wänden des Hohlraumes und schritt gegen die Mitte vor.[7])

Peters fand aus Kalkspath hervorgegangen Apophyllit in Cziklova,[8]) Chabasit und Phillipsit in Mandelsteinen von Oberstein.[9]) Kalkspath des Sohlthons der Braunkohlengrube Gerechtigkeit bei Stahlhofen, Nassau, fand Grandjean von Phillipsit angefressen.[10])

Kieselkupfer nach Kalkspath s. Malachit.

Kieselzink nach Kalkspath.

Seltner hohle, gewöhnlich mit porösem Kieselzink erfüllte Umhüllungspseudomorphosen von Kieselzink nach Kalkspath (stumpfes Rhomboeder g) kommen im Goslarer Rammelsberg auf Spalten in Erz vor, das aus Bleiglanz, Blende und Eisenkies besteht. Durch den ersten Ueberzug mit Kieselzink wird der Kalkspath matt und rauh, dann zerfressen; das Kieselzink dringt in der Richtung der Blätterdurchgänge ein, endlich verschwindet der Kalkspath ganz. Auf Zeche Stahlschmiede bei Iserlohn sind dieselben, aber nie ganz hohlen Pseudomorphosen oft durch Brauneisen gefärbt. Dieselben Pseudomorphosen von Kieselzink nach Kalkspath kommen vor in Schemnitz,[11]) Matlock in Derbyshire (dog-tooth spar) und Wanlock-Head, Schottland[12]), mit etwas Kalk- und Zinkkarbonat gemengt mit convexen Flächen in Merklin, Johann Baptist-Zeche.[13])

Umänderungen des Aragonites.

Breithaupt fand Aragonit von Kolosoruk bei Bilin in ein Aggregat von Dolomit (Tharandit) umgewandelt;[14]) Blum in den Blasenräumen des Dolerites der Teufelskaute bei Hanau Verdrängungspseudomorphosen durch Eisenspath, welche vom Gestein ausgehend nach oben fortschreiten;[15]) Sandberger in den

[1]) Ber. Wien. Akad. 10. 65. 1853. — [2]) Blum. Pseudom. III. 274. — [3]) ib. III. 280. — [4]) Jahrb. Nassau. 7. 219. 1851. — [5]) Blum. Pseudom. III. 230. Fischer. Jahrb. Miner. 1862. 434. — [6]) ib. II. 98. — [7]) Wiener Akad. Ber. 27. 353. 1857. — [8]) Jahrb. Miner. 1861. 446. — [9]) ib. 449. — [10]) l. c. 210. — [11]) Blum. Pseudom. 268. — [12]) Blum. Pseud. III. 236. — [13]) Wien. Akad. Ber. 22. 135. 1857 = v. Zepharovich Miner. Lex. für Oesterr. I. 209. — [14]) H. Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 853. — [15]) Pseudom. III. 251.

Doleriten von Steinheim Sphaerosiderit in allen Stadien pseudomorph nach Aragonit.[1])

Breithaupt führt Eisenkies in hohlen Ueberzugspseudomorphosen von Leogang an,[2]) Pseudomorphosen in Quarz von Zepharovich von Lölling-Hüttenberg,[3]) Websky aus den schwefelführenden Mergeln von Cesena. Umwandlungen in Hyalit fand Boricky in Basalten von Waltsch,[4]) Sandberger in Geisnidda.[5]) Die strahlig aggregirten Hyalitnadeln von Waltsch, durch Reuss als Pseudomorphosen nach Natrolith beschrieben, Perimorphosen nach Hyalit enthalten meist scharf begrenzte Hohlräume, welche zuweilen mit einer lockeren bräunlichweissen Substanz erfüllt sind. Aehnliche, wahrscheinlich von Aragonit bedingte Perimorphosen fand Trippke im Doleritbasalt des Breitenberges bei Striegau.[6])

Seladonit (Grünerde) pseudomorph nach stengeligem Aragonit erwähnt v. Vivenot von Kajetein und Janowitz bei Alt-Titschein.[7])

In Corocoro, Peru, wird Aragonit zuerst von Gediegen Kupfer umhüllt und endlich verdrängt. Die Verdrängungspseudomorphosen stellen rauhe, körnige, metallischglänzende, sechsseitige Prismen mit basischen Flächen dar, die Flächen sind sämmtlich concav, die scharf hervortretenden Kanten meist gekrümmt, so dass die Krystalle in der Mitte am dünnsten sind.[8]) Kroeber fand darin: Cu $98_{,605}$ pCt; Ag Spur; $Si\,O^2$ $0_{,015}$; Fe $1_{,376}$; Unlösliches $0_{,004}$ = $100_{,00}$.[9])

Umänderungen des Magnesitspathes ($Mg\,O\,C\,O^2$).

Am Wildkreuzjoch, Zillerthal, findet sich Magnesitspath erfüllt mit lichtgrünen asbestähnlichen Fasern. Die grösseren oder kleineren Spaltungsstücke des Spathes werden durch weisse Blättchen von einander getrennt. Nach der Analyse von H. Bauer = $Si\,O^2$ $52_{,16}$, Fe O $17_{,62}$, Mg O $28_{,47}$ pCt. = $98_{,25}$ entspricht, wie schon Bischof bemerkt, das sekundäre Mineral dem Talk nicht. Blum führt das Vorkommen als Pseudomorphose in Talk auf.[10])

Pseudomorph nach anderen Mineralien ist Magnesitspath nicht beobachtet. Sorby stellte bei 100—150° Pseudomorphosen von Magnesitspath nach Doppelspath und Aragonit dar.

Umwandlungen des Bitterspathes.

Nach Braunspath (Tautoklin) der Kobaltgrube Bergkappe bei Schneeberg fand H. Müller hohle, äusserlich rauhe Umhüllungspseudomorphosen von

[1]) Pogg. Ann. 129. 476. 1866. — [2]) Paragenesis. 12 = Blum Pseudom. II. 120. — [3]) Miner. Lex. f. Oesterr. I. 350. — [4]) Jahrb. Miner. 1873. 764. aus Sitzungsber. böhm. Ges. 1873. 265. Vergl. Blum (Jahresber. Wetterauer Ges. 1861. 29. über ähnliche Vorkommen von Rüdigheim. — [5]) Jahrb. Miner. 1874. 174. — [6]) Zs. geol. Ges. 30. 156. 1878. — [7]) Jahrb. geol. Reichsanst. 19. 609. 1869. — [8]) Litteratur bei Blum. Pseudom. III. 254. — [9]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 767 und Nöggerath. Verhandl. naturh. Ver. Rheinl. u. Westph. 28. Correspondenzblatt. 89. 1871. — [10]) Pseudom. II. 48.

rothem Karbonat, das wesentlich aus $Fe\,O\,C\,O^2$, $Ca\,O\,C\,O^2$ und $Co\,O\,C\,O^2$ besteht.[1])

Kalkspath nach Bitterspath von Traversella beschreibt von Lasaulx,[2]) Tamnau hohle Spatheisenrhomboeder nach Dolomit oder Braunspath auf Klüften und in Drusen des thonigen Sphaerosiderites der Herrschaft Ponoschau, Oberschlesien.[3]) Umhüllungspseudomorphosen von Spatheisen nach Bitterspath von Rheinbreitbach sind nach Blum theils hohl, theils zellenförmig von Lamellen durchzogen, welche den Spaltungsflächen des Bitterspathes parallel laufen. Die Rinde, ein feinkörniges Aggregat von Eisenoxydulkarbonat, ist rauh und uneben.[4])

Die innen mehr oder weniger hohlen Umhüllungspseudomorphosen von Geyer, Sachsen, bestehen aus dichtem oder faserigem Brauneisen,[5]) die meist hohlen Verdrängungspseudomorphosen auf Erzgängen in Porphyr von Ceilhes bei Cordève, Cevennen, aus Stilpnosiderit. Auf und in ihnen sitzen Lasurkrystalle; sie kommen auf Quarz und begleitet von Lasur, Malachit und Brauneisenocker[6]) vor. In den Dolomiten an der Lay bei Stetten, Nassau, werden nach Grandjean[7]) die Bitterspäthe durch Eisenrahm oder Eisenglimmer verdrängt, ebenso nach Oppe[8]) im Gesellschafter Zug und Gesellschaft am Stinkenbach bei Eibenstock durch Rotheisen. Pseudomorphosen in Magnetit, vollständig oder nur auf der Oberfläche, an einer Ecke oder Kante oder Fläche fand I. D. Dana in der Tilly Foster Grube, New-York. Die unveränderten Dolomite sind erodirt und sehen aus, als ob sie durch Wegnahme des Aeussern sehr verkleinert wären.[9])

Pyrolusit nach Braunspath kommt nach Blum in den Braunsteingruben von Niedertiefenbach bei Limburg und bei Hadamar vor. Die aussen rauhen und unebenen Krystalle sind innen etwas porös, zuweilen in der Mitte ganz hohl und gewöhnlich erdig.

Psilomelan nach Bitterspath findet sich bei Niedertiefenbach bei Limburg auf einer dichten Psilomelanmasse. Das Gebogene der Flächen und die Sprünge in der Richtung der Rhomboederseiten haben sich erhalten. Mitunter sitzen auf den Pseudomorphosen kleine Pyrolusitkrystallhäute.[10])

Kupferpecherz nach Dolomit fand von Hornberg in Kaulsdorf, Baiern.[11])

Am Ringwechsel bei Schwaz, Tyrol, verdrängt nach Blum strahlige Lasur, zum Theil wieder in Malachit verändert, den Bitterspath, von dem bisweilen noch ein Rest vorhanden ist. Oft ist das Innere hohl, die Aussenseite drusig und rauh.[12]) Zinkspath nach Dolomit findet sich in Lancaster, Pennsylvanien.[13]) Galmei (vorwaltend Zinkkarbonat) nach Posepny in Raibl. Die zellige Be-

[1]) Cotta. Gangstudien. II. 340. 1854. — [2]) Jahrb. Miner. 1876. 258. — [3]) Zs. geol. Ges. 14. 540. 1862. — [4]) Blum. Pseudom. 305. — [5]) ib. 293. — [6]) ib. I. 142. (Cordève, nicht etwa Lodève?) — [7]) ib. II. 114 — Jahrb. Naturk. Nassau 7. 230. 1851. — [8]) ib. III. 241 = Cotta. Gangstudien II. 174. — [9]) Americ. J. sc. (3) 8. 454. 1874.. — [10]) Blum. Pseudom. I. 140. II. 109. Sandberger Jhb. Miner. 1845. 578. Grandjean Jahrb. Naturk. Nassau. 7. 229. 1851. — [11]) Kenngott. Uebersicht mineralog. Forschungen für 1856 und 1857. 198. — [12]) Blum. Pseudom. II. 122. — [13]) Dana. Mineral. 693. Nach p. 779 in Pequea Valley.

schaffenheit einiger Galmeie stellt wahrscheinlich das Spaltennetz der Rauhwacke dar.[1])

Nieren von Rotheisen im Thon der Gruben la Dobra und Puente Viesgo. Santander, fanden Sullivan und Oreilly mit Pseudomorphosen von Schwerspath nach Bitterspath bedeckt.[2])

Die zum Theil reinen, zum Theil unreinen und mit einem Kern aus Glimmerschüppchen und Quarzkörnern versehenen Dolomitkrystalle (Ca O C O^2 + Mg O C O^2, sp. G. $2{,}_{85}$) des Kittelsthaler Gypsstockes, Thüringen, werden nach Senft[3]) in eine erdig dichte Masse umgewandelt, welche aus $93._{20}$ pCt. Gyps und $6{,}_{80}$ pCt. in Salzsäure Unlöslichem (Glimmerschüppchen u. s. w.) besteht.

Pseudomorphosen von Braunspath in Pyrit beschreibt Reuss von Kapnik.[4]) Umhüllungspseudomorphosen von Eisenkies nach Braunspath (Tautoklin) von Beschert Glück bei Freiberg erwähnt Breithaupt,[5]) von Strahlkies in Kalkdrusen bei Tharand Blum,[6]) und von Grube Bergkappe (Anton Flacher) bei Schneeberg H. Müller. Schwarze Blende nach Bitterspath fand A. Müller in Grube Teufelsgrund, Münsterthal. Breisgau; Primitiv-Rhomboeder aus der bekannten Gruppirung kleinerer Rhomboeder zusammengesetzt, sehr deutlich auf der hohlen, weniger deutlich auf der convexen, mit Quarz überdrusten Seite.[7]) Nach Krantz ist in Idria Braunspath vollkommen in Zinnober verwandelt.[8])

In den erzführenden Quarzgängen, welche bei Linz am Rhein in Grauwacke vorkommen, findet sich nach Blum Quarz in Form von Bitterspath. von dem meist noch etwas poröse und angegriffene Ueberreste vorhanden sind.[9]) Die Oberfläche der hohlen Pseudomorphosen ist sehr drusig. Dieselbe Umhüllung und theilweise Verdrängung kommt auch in Grube Herrensegen im Schapbachthal vor.[10]) Derber und körniger Quarz nach Tautoklin findet sich auch in Grube Mondenschein bei Elterlein, Friedefürst und Osterlamm im Revier von Johann Georgenstadt und Schneeberg;[11]) Levant mine bei St. Just, Cornwall; Hoy, Orkneys, nach Greg und Lettsom;[12]) Gesellschafter Zug bei Eibenstock; Kurprinz, Freiberg;[13]) Sillem fand die durch Eisenoxyd gefärbte Quarzmasse pseudomorph nach Braunspath in Freiberg. Innen sind die Pseudomorphosen porös.[14]) Theils hohle, theils noch erfüllte, grünlich- oder bläulichweisse, auch smalteblaue Umhüllungspseudomorphosen von Chalcedon[15]) nach Bitterspath finden sich im Zechsteindolomit bei Kälberau, Wetterau. In den mehr oder minder erfüllten Krystallen liegt über dem gewöhnlich angegriffenen Bitterspath eine ganz dünne Lage von Pyrolusit oder braunem Eisenocker oder von beiden zugleich, bisweilen darüber noch ein feiner Malachitüberzug. Chalcedon nach

[1]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1870. 248. (vergl. bei Kalk). — [2]) Jahrb. Miner. 1864. 850. — [3]) Zs. geol. Ges. 14. 165. 1862. — [4]) Wien. Akad. Ber. 10. 66. 1853. — [5]) Paragenesis. 171 und Blum. Pseudom. II. 120. — [6]) Pseudom. III. 247 = Cotta. Gangstudien II 344. — [7]) Jahrb. Min. 1855. 417. — [8]) Blum. Pseudom. III. 262. — [9]) Blum. Pseudom. 237. — [10]) ib. I. 116. — [11]) Nach Müller in Blum Pseudom. III. 217. — [12]) ib. III. 217. — [13]) Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. p. 2 1. — [14]) J. Miner. 1851. 820. — [15]) Blum. Pseudom. 247. III. 227. —

Bitterspath führen Greg und Lettsom von St. Just und North Roskear in Cornwall an.[1])

Speckstein nach Bitterspath kommt in Göpfersgrün bei Wunsiedel und Marlborough, Vermont, U. S., vor.[2]) Scheerer fand die Pseudomorphose von ersterem Fundort aus 62,35 pCt. SiO^2, 31,32 pCt. MgO; 1,34 pCt. FeO und 4,78 pCt. Wasser zusammengesetzt. Der Gang der Umwandlung, die von aussen beginnt, lässt sich genau verfolgen. Der Bitterspath wird zuerst trübe und matt, dann grünlich, endlich schwarz; diese Farbe ändert sich in Gelblichweiss, indem sich eine Specksteinrinde bildet, die immer zunimmt bis der Bitterspath ganz verschwindet und mit ihm die Spaltbarkeit und der Glanz.

Dolomit der Grube Tilly Foster, Putnam Co., New-York, fand I. D. Dana in apfelgrünen Serpentin umgeändert, der noch etwas Bitterspath enthält. Blätterdurchgänge sind seltener erhalten.[3])

Hohle, rauhe, aussen matte Umhüllungspseudomorphosen in Kieselzinkerz führt Ullmann[4]) von der Grube St. Andreasberg bei Lindenberg im Siegenschen an.

Die von Blum (Pseudom. 221) angeführte Pseudomorphose von Steinsalz nach Bitterspath hat derselbe (ib. I. 125) als verschobenen Steinsalzwürfel bezeichnet. (s. Steinsalz).

Einwirkung von Lösungen auf Eisenspath.[5])

Nach Blum[6]) kommt in den Eisenerzlagerstätten von Antwerp, New-York, Kakoxenit (wasserhaltiges Eisenoxydphosphat) nach Eisenspath vor. Einzelne Krystalle bestehen aussen ganz aus Kakoxen, innen aus einem Gemenge von Kakoxen und Gelbeisenstein oder nur aus letzterem. In den zu Gelbeisenstein umgewandelten Krystallen hat sich im Innern kugeligstrahliger Kakoxen angesiedelt.

In Lölling-Hüttenberg, Kärnten, ist nach v. Zepharovich der von Löllingit umschlossene Eisenspath von Skorodit verdrängt.[7])

Boricky fand am Giftberg nächst Komorau, Böhmen, Eisenglanz pseudomorph nach Eisenspath; andere Krystalle bestanden innen aus Eisenglanz, aussen aus Quarz, noch andere ganz aus Quarz, bisweilen mit Körnern von Eisenglanz.[8])

Ueberzug und endliche Umänderung in feinkörnigen porösen Pyrit erwähnt Reuss aus Przibram.[9])

Quarz in hohlen Krystallen nach Eisenspath von Haueisen, Reussisches Voigtland, beschreibt Blum.[10]) Die dünnen, aussen drusigen Rinden enthalten

[1]) Blum. Pseudom. III. 226. — [2]) Blum. Pseudom. 110. E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 491. fand in den Pseudomorphosen von Göpfersgrün farblose Körner von ? Quarz. — [3]) Amer. J. sc. (3) 8. 449. 1874. — [4]) Blum. Pseudom. 271. — [5]) s. auch Verwitterung. — [6]) Pseudom. II. 76. Antwerp als Fundort für Kakoxen führt Dana nicht an. — [7]) Miner. Lex. f. Oesterreich. I. 300. cf. Haidinger. Jahrb. geol. Reichsanst. 9. Verh. 155. 1858. und Hörnes J. Miner. 1846. 771. — [8]) Wien. Akad. Ber. 59. 605. 1869. — [9]) ib. 22. 154. 1857. — [10]) Pseudom. 240.

bisweilen feine Quarzlagen, den Durchgängen des Eisenspaths entsprechend. Der noch nicht veränderte Eisenspath ist mürbe und lichtbräunlichweiss. Am Sträuschen bei Haueisen sind die Quarzpseudomorphosen entweder hohl oder haben, wie in Siebenhitze bei Hof, einen Kern von dichtem Brauneisen. Auch in Virneberg und Rauh's Glück bei Aue kommt Quarz pseudomorph nach Eisenspath vor. Eine Mandel von Oberstein zeigte Volger die Verdrängnng des Spatheisensteins durch Quarz.[1]) Reuss fand die Pseudomorphosen in Przibram theils hohl, theils mit poröser Quarzmasse erfüllt. Zuerst Ueberzug, dann Absatz von Quarz.[2])

Mit den unter Flussspath erwähnten Pseudomorphosen von Consolidated-Grube, Cornwall, fand Fox[3]) auch einige hohle Pseudomorphosen von Quarz nach Eisenspath.

Reuss[4]) beschreibt aus den Zinnstein führenden Gneissen von Zinnwald innen hohle und drusige Rhomboeder von Hornstein pseudomorph nach Spatheisen. Sie sind auf Quarz aufgewachsen. Eisenschüssigen Hornstein nach Quarz erwähnt H. Müller von Rauh's Glück bei Aue.[5])

Manganreiches Spatheisen ($3\,Fe\,O + 2\,Mn\,O + 5\,C\,O^2$. Oligonspath Breithaupt, R. — $^1/_2$ R) von Ehrenfriedersdorf ist in eine dem echten Werner-schen Chlorit nahe stehende Substanz umgewandelt. Die äusserlich glatten Pseudomorphosen sind in der Mitte etwas hohl.[6])

Einwirkung von Lösungen auf Manganspath.

Umhüllungspseudomorphorsen von Manganspath durch Quarz kommen auf der Grube Alte Hoffnung Gottes bei Freiberg[7]) vor. Die linsenförmigen Rosenspäthe sind mit dünner Quarzhaut bedeckt, im Contakt ist der Rosenspath zum Theil zerstört, seine Oberfläche zerfressen, so dass der Quarz haubenartig und etwas locker aufliegt. Kersten[8]) fand sie mit einer halblinienhohen Specksteinrinde bedeckt.

Mit Manganspath und Manganblende findet sich nach Bertrand rhomboedrischer Friedelit $= 4\,Mn\,O + 3\,Si\,O^2 + 2\,aq$ in Adervielle, im Thal des Louron, Pyrenäen.[9])

Einwirkung von Lösungen auf Witherit und Barytocalcit.

Da bei gewöhnlicher Temperatur Barytkarbonat durch Sulfate der Alkalien, Magnesia, Kalkerde u. s. w. zersetzt wird, so verwandeln auch die in Gewässern so häufig vorkommenden Lösungen dieser Salze die oben genannten. Barytkarbonat enthaltenden Mineralien in Schwerspath ($Ba\,O\,S\,O^3$). Freie Schwefelsäure enthaltende Wässer bewirken dasselbe. Dass auch die Lösung

[1]) Studien zur Entwickel. der Miner. 1854. 539. — [2]) Wiener Akad. Ber. 22. 155. 1857. — [3]) Blum. Pseudom. I. 133. — [4]) Umgebungen von Teplitz und Bilin. 1840. 49. = Blum. Pseudom. 253. — [5]) Cotta. Gangstudien. II. 341. — [6]) Breithaupt J. Miner. 1853. 700. = Blum. Pseudom. III. 234. — [7]) Breithaupt. Jahrb. Miner. 1853. 695. — [8]) ib. 1848. 813. — [9]) Compt. rend. 82. 1176. 1876.

von Eisen-, Manganoxydul- und Kupferoxyd-Sulfat durch Barytkarbonat bei gewöhnlicher Temperatur zerlegt wird, hat Bauck[1]) gezeigt.

In Alstonmoor, Durham und Dufton, Cumberland, fand Haidinger[2]) den Witherit in allen Stufen der Umwandlung zu Schwerspath. Die Umwandlung geht von der Oberfläche aus; Glanz und Durchsichtigkeit verschwinden, es entsteht ein undurchsichtiger, matter, drusiger Ueberzug von Schwerspathkrystallen. Oft ist noch ein Kern von Witherit vorhanden; endlich besteht auch das Innere aus Schwerspathkrystallen. Die bisweilen vorhandenen Höhlungen lehren, dass Barytkarbonat entfernt wurde, ohne durch Schwerspath ersetzt zu sein; kleine Krystalle sind oft ganz hohl, oder es haben sich zwei bis drei, durch einen leeren Raum getrennte Rinden gebildet. In Dufton kommen in Schwerspath umgewandelte Krystalle von Witherit vor, deren Hohlräume mit braunem Kalkspath ausgefüllt sind; hier ist die Umwandlung durch Gypslösung klar. In Anglezarke, Lancashire, kommt der Witherit mehr in der Tiefe, der Schwerspath näher zu Tage vor; die umwandelnden Gewässer flossen von oben nach unten.

Aehnlich wie der Witherit wird der Barytocalcit von Schwerspathkrystallen bedeckt und bisweilen ganz in Schwerspath umgewandelt; endlich bleiben hohle Schwerspathkrystalle, weil Kalkkarbonat fortgeführt wurde und die neue Substanz den Raum der älteren nicht ausfüllt; specifisches Gewicht von Barytocalcit $3,_{665}$ (Damour), von Schwerspath $4,_{48}$. Fundort Bleagill bei Alstonmoor, Cumberland.

Berechnet man den Vorgang der Umsetzung von $Ba\,O\,C\,O^2$ durch concentrirte Gypslösung (27 Theile in 10000 Theile Wasser, vergl. Bischof[3]) so liefern 1000 Theile Witherit und 873 Theile Gyps durch Zerlegung 1182 Schwerspath, $507._6$ Kalkspath, und $0._6$ Theile Witherit würden durch das Wasser in Lösung fortgeführt werden können, wenn 10000 Theile Wasser $0,_{186}$ Barytkarbonat lösen.

In Mies[4]) kommen nach Zippe und Breithaupt dünne Quarzkrusten vor, anscheinend mit der Form und den Winkeln des Barytocalcites, obgleich dieser dort nie beobachtet ist.

Umänderung von Strontianit.

Nach Dana[5]) findet sich Strontianit zu Coelestin umgewandelt.

Einwirkung von Lösungen auf Bleispath (Cerussit).

Ist der meiste Bleispath durch complicirte Verwitterung des Bleiglanzes entstanden, so unterliegt er wieder seinerseits den Einwirkungen der Lösungen von Bikarbonaten, die ihn verdrängen und dabei in Formen des Bleispathes

[1]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1860. 654. — [2]) Pogg. Ann. 11. 376. 1827. = Blum. Pseudomorph. 1843. 44. u. fg. Sillem. Jahrb Min. 1852. 517. — [3]) Chem. Geol. II. 217. Es muss dort $0,_{646}$ Anhydrit, nicht $0,_{646}$ Gyps heissen. Obige 873 Gyps sind gleich $690,_{8}$ Anhydrit. [4]) Des Cloizeaux. Manuel de Minér. II. 83 und Breithaupt. Paragenesis. p. 247. Blum. Pseudom. 236. III. 217. — [5]) Mineralogy. 700.

pseudomorph auftreten können; ähnlich verhält sich die Lösung von Kieselsäure, Kieselkupfer, phosphorsaurem und arsensaurem Bleioxyd und von Schwefelwasserstoff.

Ueber die Umänderung in Mennige s. bei Bleiglanz und weiter unten.

Kalkspath kommt pseudomorph nach Bleispath auf der Grube Kautenbach bei Bernkastel vor. Die Krystalle sind hohl, drusig, an den Kanten und Ecken zugerundet. Der Durchschnitt der Rinde zeigt in der Mitte eine papierdünne Bleiglanzlage. Nach Blum[1]) bildete sich zuerst diese auf der Oberfläche der Bleispathkrystalle, dann setzte sich darüber der Kalk ab, und als der Bleispath im Innern verschwunden war, legte sich von hieraus an die Wandungen der Bleiglanzrinde eine gleiche Kalklage an. Also eine Umhüllungspseudomorphose durch Bleiglanz, bei welcher der Kalk nur sekundär ist.

Unebene, feindrusige Krystalle mit zugerundeten Kanten, Braunspath nach Bleispath, aus Mies zeigten nach Reuss[2]) nur eine dünne, sehr feinkörnige Schale, mit der nur an einzelnen Stellen ein unregelmässiger, feinkörniger, poröser Kern aus Braunspathrhomboedern zusammenhängt. Daneben fanden sich einzelne Bleiglanzhexaeder.

Umhüllungspseudomorphosen von faserigem Brauneisenstein in Formen von Bleispath beschreibt Ullmann[3]) von der Grube Alter Grimberg bei Nieder-Dillphen im Siegenschen. Sie sind innen hohl, aussen rauh oder feingekörnt, die Kanten gerundet.

Kosmann[4]) fand blättrige Weissbleipartieen der Blei- und Silbergrube Friedrichssegen bei Oberlahnstein in Eisenoxydhydrat umgesetzt. Sie bilden durchsichtige, gelbe bis braunrothe Blättchen in der Zwillingsverwachsung und mit dem Glanze des Weissbleierzes, sind nicht mehr krystallinisch, zum Theil auf's Feinste durchlöchert und zum Theil mit einem Anflug von Eisenoxydhydrat bedeckt. Umhüllungspseudomorphosen von Brauneisen nach Weissbleierz ebendaher, zum Theil innen mit Pyromorphit besetzt, beschreiben Heymann[5]) und Seligmann.

Derben Bleispath von Przibram fand Sillem[6]) in Hämatit verwandelt und Krystalle des Bleispathes innen mit Hämatit gemengt, der nur an einzelnen Stellen bis zur Oberfläche vordringt.

Lasur nach Bleispath fand Sillem in Bleifeld zu Zellerfeld, Malachit nach Bleispath in Bleifeld und Glücksrad.[7]) Blum[8]) nennt als weitere Fundorte die eben genannte Grube Alter Grimberg; Friedelsgrube zu Lichtenberg im Bayreuthischen; Andreasberg; Zinnwald; Leadhills; Nertschinsk und Tittowskoi; Redruth, Cornwall. Meist sind es Umhüllungspseudomorphosen, bei denen selten die ursprüngliche Substanz verdrängt ist. Peters[9]) beobachtete sie auch in Rez-

[1]) Pseudom. III. 212. — [2]) ib. III. 213 aus Ber. Wien. Akad. 10. 48. 1853. — [3]) Blum. Pseudom. 296. — [4]) Zs. geol. Ges. 21. 644. 1869. Seligmann. Verh. naturh. Ver. Rheinl.-Westph. 1875. Sitzungsber. 317 und 1876. 254. — [5]) Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westph. 25. Sitzungsber. 80. 1868. — [6]) Jahrb. Min. 1852. 528. — [7]) Jahrb. Miner. 1852. 519. Nach Hausmann Miner. 2. 1387 nur Ueberzug; oft liegt zwischen Bleispath und der Malachithülle eine Lage von Kupferschwärze, die wieder mit Bleispathnadeln besetzt ist. — [8]) Pseudom. 310. III. 257. — [9]) Wien. Akad. Ber. 44. 159. 1861.

banya. Seligmann fand beginnende Umwandlung in Lasur und Malachit, Rinden, die in Schnüren innen vielfach verästeln, auf der Grube Friedrichssegen zwischen Ems und Braubach.[1]) Da Bleikarbonat aus Kupferoxydlösungen Malachit fällt, so erklärt sich die „Fällungspseudomorphose."[2])

Wo Kupfervitriollösung auf Bleispath einwirkt, bildet Linarit (Pb O + Cu O + S O^3 + aq) die Grenze gegen das Bleierz. (s. Bleiglanz.)

Pyromorphit pseudomorph nach Weissbleierz erwähnt Sandberger von Neuweier (SW von Baden), beide auf Bleiglanz aufgewachsen;[3]) Blum von Markirchen, Elsass, und der Grube Hausbaden bei Badenweiler,[4]) wo auch Mimetesit nach Weissbleierz vorkommt.[5]) Die Pseudomorphosen sind innen meist hohl, aussen drusig, Kanten und Ecken gerundet. Der Bleiglanz erlitt hier also eine zwiefache Umänderung, zuerst in Bleikarbonat, dann in Pyromorphit. Bisweilen lässt sich die Rinde von Pyromorphit abheben. Bleiglanzwürfel von Mies fand Blum[6]) mit Pyromorphitkrystallen bedeckt, welche, Pseudomorphosen nach Weissbleierz, theils hohl sind, theils noch einen Kern von Weissbleierz besitzen. Ueberzugspseudomorphosen erwähnt Frenzel vom Kurprinz bei Freiberg.[7])

Umwandlung, theils oberflächliche, theils vollständige von Bleispath in Bleiglanz führen Hausmann und Dana an, Sillem giebt die Fundorte Badenweiler und Przibram.[8]) Nach Reuss[9]) und Blum[10]) zweifelhaft. Glückselig[11]) erwähnt diese Pseudomorphose von Bleistadt, Böhmen.

Seligmann[12]) fand in Grube Georg, Horhausen, neben Weissbleierz und erdiger Mennige deutliche Pseudomorphosen von Mennige nach Weissbleierz. Zufällige oder künstliche Bildung, etwa durch Röstprocesse, scheinen nach dem Vorkommen ausgeschlossen. (Weiteres s. bei Bleiglanz.)

Hohle, dünne, aussen feindrusige Quarzkrystalle nach Bleispath kommen nach Blum auf den Zinnerzgängen bei Zinnwald, Böhmen vor. Das Ende eines solchen hohlen Krystalles ist mit Flussspath erfüllt, dessen Bildung nach dem Auftreten des Quarzes stattfand; der Flussspath ist wieder theilweis durch Steinmark verdrängt. Auch in Rheinbreitbach finden sich aus dünner, ganz feinkörniger Quarzrinde bestehende, aussen unebene, hohle Umhüllungspseudomorphosen nach Bleispath auf derbem Quarz, begleitet von Pyromorphitkrystallen.[13]) In Badenweiler, Baden, fand Sillem durch Eisenoxyd rothgefärbten Quarz pseudomorph nach Bleispath, von welchem meist noch ein Kern vorhanden ist.[14]) Seine Kanten sind nicht mehr scharf und etwas abgerundet. Die Pseudomorphosen sind aus deutlich erkennbaren Quarzindividuen zusammengesetzt.

Kieselkupfer nach Bleispath sah Blum[15]) aus der Solotuschensky'schen

[1]) Verh. Ver. Rh. u. Westph. 1876. 261. — [2]) Stein. J. Miner. 1845. 807. Söchting Zs. geol. Ges. 9. 16. 1857. — [3]) Geol. Beschreibung der Gegend von Baden. 1861. 54. — [4]) Blum. Pseudom. 182. I. 98. — [5]) ib. III. 178. — [6]) Jahrb. Min. 1868. 812. — [7]) Min. Lex. f. Sachsen. 254. — [8]) Jahrb. Miner. 1852. 533. — [9]) Wien. Akad. Ber. 22. 199. 1857. — [10]) Pseudom. III. 275. — [11]) Das Vorkommen von Miner. im Egerer Kreis, Böhmen. Karlsbad. 1862. 20. — [12]) Jahrb. Miner. 1875. 46. — [13]) Blum. Pseudom. 239. — [14]) Jahrb. Miner. 1851. 401 = Blum. Pseudom. II. 97. — [15]) Pseudom. 311.

Grube bei Koliwan. Zuerst setzt sich eine Rinde von Kieselkupfer an, sie wird allmählich dicker, indem sich von innen Kieselkupfer anlegt und der Bleispath verschwindet. Die Umhüllungspseudomorphosen sind entweder hohl oder mit porösem Kieselkupfer erfüllt, das mit der Krystallhülle zusammenhängt. Die Rinde erscheint mit vielen Sprüngen und Rissen durchzogen, eine Hindeutung, dass das Kieselkupfer gallertartig war. Aehnliche Pseudomorphosen kommen nach Blum in Katharinenburg und Beresowsk, nach Greg und Lettsom[1]) in Leadhills, nach Peters in Rezbanya vor.[2])

Einwirkungen von Lösungen auf Zinkspath ($Zn\,O\,C\,O^2$).

Die Umänderung des Zinkspathes in Zinkblüthe (basisches Zinkkarbonat mit Wasser) ist bei Zinkblende angeführt.

Die Drusenräume des körnigen bis dichten Willemites ($2\,Zn\,O + Si\,O^2$) des Busbacher Berges bei Stolberg, unfern Aachen, sind zum Theil mit Zinkspath (der aus Willemit entstand) bekleidet. Sie haben den Eisenoxydulgehalt des Willemites zum Theil aufgenommen und sind daher gelblich und helldurchsichtig (Eisenzinkspath). Durch Brauneisenbildung aus dem Eisenoxydulkarbonat laufen sie bunt an, werden braun und undurchsichtig, dann bildet sich eine dünne Rinde aus Brauneisen, endlich ist aller Zinkspath in Lösung fortgeführt und es ist eine hohle Pseudomorphose von Brauneisen nach Zinkspath entstanden. Dass das Eisen aus den Zinkspathen kommt, beweisen die zwischen diesen Pseudomorphosen liegenden Willemitkrystalle, welche ohne alle Brauneisenbedeckung sind.[3])

Eisenhaltigen Zinkspath zu Eisenoxydhydrat verändert fand von Carnall in der Theresiengrube, Beuthen.[4]) Es sind Restpseudomorphosen.

In Drusenräumen eines eisenschüssigen Gemenges von Kieselzink und Zinkspath vom Altenberg bei Aachen liegen nach Blum[5]) Verdrängungspseudomorphosen von Brauneisen (Stilpnosiderit) nach Zinkspath. Sie haben durchgängig noch eine feine Rinde von graulichbraunem Kieselzink, sind schwärzlichbraun, mehr oder minder hohl oder umschliessen grössere oder kleinere Kerne von Zinkspath. Die Kerne sind gelblichweiss und zugerundet. Am Altenberg bei Aachen kommen auch Umhüllungspseudomorphosen von Pyrolusit nach Zinkspath vor; unter der hohlen Form sitzt oft noch ein zugerundeter, durch einen leeren Raum von der Hülle getrennter Kern von Zinkspath.[6])

Durch Lösung von Silikaten wird Zinkspath in Kieselzink ($2\,Zn\,O + Si\,O^2 + aq$) umgeändert.

Hohle Umhüllungspseudomorphosen von Quarz nach Zinkspath fand V. Monheim[7]) im Herrenberg bei Nirm unweit Aachen.

[1]) Blum. Pseudom. III. 261. Auch von Heddle. Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859 erwähnt. — [2]) Wiener Akad. Ber. 44. 159. 1861. — [3]) Blum. Jahrb. Miner. 1868. 814. — [4]) Zs. geol. Ges. 8. 316. 1856. — [5]) Blum. Pseudom. I. 143. — [6]) ib. II. 109. — [7]) Blum. Pseudom. II. 96. aus Verh. des naturh. Vereins f. Rheinl. und Westph. 6. 55. 1849.

Einwirkung von Lösungen auf Kupferlasur (Azurit).

Nach H. Rose liefert Lasur bei Kochen mit Wasser Kupferoxyd ohne zuvor in Malachit überzugehen.

Die häufige Umwandlung von Kupferlasur in Malachit[1]) beginnt meist da, wo der Krystall aufwachsen ist, breitet sich im Innern aus und ergreift erst später die Oberfläche, so dass oft unter der sehr dünnen blauen Rinde ein oberflächlicher Malachitkern von der früheren Form liegt. Bisweilen liegen auf den Malachitpseudomorphosen einzelne blaue Schuppen ohne Zusammenhang, aber parallel der ursprünglichen Form der Kupferlasur.[2]) Da der neu entstandene Malachit meist faserig ist, so sind die Pseudomorphosen rauh. Chessy, Kleopinskische Grube hei Kolywan; Solstunskische Grube; Moldawa;[3]) Olsa, Kärnthen;[4]) Rezbanya nach Peters; Wallerfangen bei Trier (Grube Pauls Hoffnung); Adelaide nach Groth.[5])

Kieselkupfer nach Kupferlasur, angeblich aus Australien, führt Blum an. Die Umwandlung ging von aussen nach innen, die mehr oder minder hohlen Pseudomorphosen sind meist mit einer ganz dünnen Quarzrinde überzogen, unter welcher die Flächen glatt und glänzend sind.[6])

Kupferlasur in Hohlräumen von Kupferpecherz aus Szaska, Banat, zeigte nach Blum Ueberzug von Allophan, unter welchem die Ecken und Kanten der Lasur zugerundet erscheinen. In den grösseren Krystallen ist meist noch Lasur erhalten, andere Krystalle sind hohl und drusig geworden, selten ist unter dem Allophan die Lasur ganz verschwunden.[7])

Einwirkung von Lösungen auf Malachit.

Während Pseudomorphosen von Lasur in Malachit häufig sind (s. auch bei Rothkupfererz) kennt man keine Pseudomorphose von Malachit in Lasur. Wenn aus 2 Mol. Lasur 1 Mol. Kohlensäure austritt und 1 Mol. Wasser aufgenommen wird, entstehen 3 Mol. Malachit.

$$\begin{array}{ll} 2\ \text{Lasur} = & 6\,CuO + 4\,CO^2 + 2\,aq\ (2\,CuCO^3 + H^2CuO^2) \\ & \quad - 1\,CO^2 + 1\,aq \\ \hline 3\ \text{Malachit} & 6\,CuO + 3\,CO^2 + 3\,aq\ (CuCO^3 + H^2CuO^2) \end{array}$$

Nach Hausmann sieht man Lasur selten ohne Malachit, aber Malachit oft ohne Lasur; nach F. Wibel ist Malachit oft das ältere, Lasur das spätere Gebilde. Er schliesst aus seinen Versuchen, dass Lasur aus Malachit sich bildet durch Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Wasser bei Gegenwart von gespannter Kohlensäure und eines Wasser entziehenden Mittels bei

[1]) Haidinger. Pogg. Ann. 11. 179. 1827. Blum. Pseudom. 215. — [2]) Tschermak. Wiener Akad. Ber. 49. 356. 1864. — [3]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 519. — [4]) v. Zepharovich. ib. 1865. 49. — [5]) Miner. Univ. Strassburg. 138. 140. — [6]) Pseudom. III. 196. — [7]) ib. III. 231.

gewöhnlicher Temperatur.[1]) Nach Reuss bedeckt im Rothliegenden von Böhmisch Brod da, wo Lasur und Malachit zusammen vorkommen, Lasur fast immer den Malachit.[2]) Peters fand in Grube Benjamin, Moldava, auf Zapfen von Lasur Trauben oder Stalaktiten eines Gemenges von Malachit und Eisenoxyd und darüber wieder Absätze von Lasur. Daraus folgt ein Wechsel in den Bedingungen des Absatzes, aber nicht die Umänderung von Lasur in Malachit.[3]) Die Fällung von Kupfersulfat mit Alkalikarbonat (und von Kupferchlorid durch Kalkkarbonat) bringt Malachit, aber nie Lasur hervor, auch bei Temperaturen von 150—225° (Sénarmont).

Liebener und Vorhauser führen Allophan pseudomorph nach Malachit an vom Thierberg bei Brixlegg.[4]) Haarförmigen Malachit in Hohlräumen des Kupferpecherzes von Szaska, Banat, fand Blum von Allophan überzogen und an einigen Stellen unter dem Allophan verschwunden, so dass dieser feine hohle Stengelchen bildet.[5])

2. Sulfate.

Einwirkung von Lösungen auf Anhydrit ($Ca\,O\,S\,O^3$).

In Aussee kommt Karstenit in Blödit ($Na^2\,O\,S\,O^3 + Mg\,O\,S\,O^3 + 4$ aq) pseudomorphosirt vor.[6])

In Kugeljaspis der Bohnerzlager des Breisgaues, besonders bei Schliengen, Kandern und Auggen, fand Blum[7]) scharfe und regelmässige, einer rektangulären Säule gleichenden Räume theils mit feinkörnigem Kalkspath, theils mit loser sandartiger Masse erfüllt, theils leer. Die Form kann nur dem Anhydrit angehört haben. Bisweilen bestehen die Pseudomorphosen aussen aus einer sehr dünnen, zusammenhängenden Kalkspathlage, unter welcher ein körniges durch Eisenoxyd geröthetes Gemenge von Kalkspath und Kieselerde (oder Kalksilikat?) liegt. (s. auch bei Cölestin).

Nach Breithaupt[8]) kommen in der Fluorbarytformation von Kurprinz Friedrich August bei Freiberg Pseudomorphosen von Tautoklin (Braunspath) nach Anhydrit vor, der erst nach der Entstehung des so häufig auch auf Schwerspath aufsitzenden Tautoklins zerstört sein kann. Dana[9]) führt die Umänderung des Anhydrites in Spatheisen an; wahrscheinlich dasselbe Vorkommen erwähnt Frenzel als Anhydrit in Sideroplesit ($2\,Fe\,O\,C\,O^2 + Mg\,O\,C\,O^2$) von Grube Churprinz.[10])

Quarz nach Anhydrit findet sich nach Blum in Geyer,[11]) Grube Kurprinz bei Freiberg,[12]) Frisch Glück bei Blauenthal und Spitzleite, Eibenstöcker Re-

[1]) Jahrb. Min. 1873. 250. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. III. 2. 96. 1852. — [3]) Jahrb. Miner. 1861. 281 u. ff. — [4]) Mineralien Tyrols. 1852. 3. — [5]) Pseudom. III. 232. — [6]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterr. 1859. I. 66 nach Kopetzky. — [7]) Pseudomorph. II. 18. — [8]) Paragenesis 202. und 203 = Blum. Pseudom. II. 93. — [9]) Mineral. 622. — [10]) Mineral. Lex. f. Sachsen. 290. — [11]) Nach Pseudom. II. 139 ist Geyer nicht der eigentliche Fundort, sondern nach Breithaupt die Gegend zwischen Schönfeld und Tannebeig NO von Annaberg, wo die Pseudomorphosen auf Quarzgängen vorkommen. Breithaupt führt Greifenbach bei Schönfeld als Fundort auf. (Kenngott. Miner. Forschungen f. 1854. 150. — [12]) Pseudom. II. 93.

vier,[1]) nach Sandberger auf den Riechelsdörfer Gängen, wo nur diese Pseudomorphosen das frühere Auftreten des Anhydrites andeuten.[2]) Am ersteren Fundort wurden die Anhydrite zuerst von Quarzmasse überzogen und die Zwischenräume zwischen den Krystallen durch Quarzmasse ausgefüllt. Die Oberfläche der Pseudomorphosen ist meist drusig, innen bestehen sie aus einem krystallinisch stengligen Aggregat von Quarz, bei dem die Individuen senkrecht zur Oberfläche der Pseudomorphosen stehen. Die Eibenstöcker Pseudomorphosen, von faserigem Rotheisen umgeben, liegen in derbem Rotheisenstein. Nach Breithaupt kommen an der Spitzleite Pseudomorphosen nach Anhydrit vor, welche aus einem Gemenge von Quarz und Rotheisen bestehen. Meist waltet Quarz vor, dann tritt Rotheisen gewöhnlich nur als Ueberzug auf und das Innere besteht aus zuckerähnlichem krystallinisch körnigem Quarz.

Auf Grube Frisch Glück bei Eibenstock findet sich zartfaseriges Rotheisen in Umhüllungspseudomorphosen nach Anhydrit, welche meist hohl sind. Die Eindrücke, welche der Anhydrit hinterliess, sind sehr scharfkantig und selbst glänzend.[3])

Breithaupt[4]) fand in Grube Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf Anhydritkrystalle in ein Gemenge von Eisenkies und Kalkspath umgewandelt. Bald waltet dieser, bald jener vor.

Einwirkung von Lösungen auf Gyps.

Ueber Umwandlung von Gyps in Anhydrit s. einfache Verwitterung.

Stein wandelte Gypskrystalle unter Erhaltung der Form in Kalkkarbonat um, indem er sie bei 50° mehrere Wochen mit einer Lösung von Natronkarbonat in Berührung liess.[5])

Die linsenförmigen Gypse des Süsswassermergels des Montmartre bei Paris finden sich in Kalkspath[6]) umgewandelt. Die Gruppen behalten die Form, aber die Krystallflächen werden matt, rauh, uneben und hier und da durchlöchert. Die Pseudomorphosen sind innen meist hohl und die Wandungen mit spitzen Rhomboedern besetzt. Innen finden sich zuweilen Anhäufungen von Kalkspäthen oder nierenförmige Massen von Chalcedon oder Quarz.

G. Rose zeigte,[7]) dass der von Freiesleben beschriebene, im Zechstein und Muschelkalk häufig vorkommende Schaumkalk eine Pseudomorphose von Aragonit nach Gyps ist. Der schneeweisse undurchsichtige Schaumkalk zeigt unter dem Mikroskop die Ränder dünner Blättchen durchsichtig und wasserhell, und hat ein specifisches Gewicht von $2{,}_{987}$ (Aragonit = $2{,}_{95}$). E. Geinitz sah in Schaumkalk von Mansfeld den Aragonit sich sofort ohne jede Vermittelung einer Zwischenstufe direkt in scharf begrenzten Krystallen in den Gyps hinein-

[1]) Pseudom. III. 216 nach H. V. Oppe. — [2]) Jhb. Miner. 1867. 79. — [3]) Pseudom. II. 138. Vgl. v. Zepharovich. Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 896. 1854. — [4]) ib. III. 276 aus Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1853. 402. = Jhb. Miner. 1854. 187. — [5]) Jahrb. Miner. 1845. 403. — [6]) Blum. Pseudom. 50. — [7]) Monatsber. Berl. Akad. 1855. 701 und Pogg. Ann. 97. 161. 1856. = Blum. Pseudom. III. 46. Becquerel und Sorby fanden, dass bei Einwirkung einer Lösung von Natronbikarbonat (5—6° Baumé) auf Gyps sich Aragonit bildet.

schieben. Einzelne Aragonitkrystalle lagen losgetrennt von der Hauptmasse scheinbar isolirt im Gyps.[1])

Schaumkalk findet sich in Verbindung mit Kalkstein als Einlagerung der bunten Letten, welche den Dolomit der Zechsteinformation zunächst bedecken, nach Beyrich[2]) zwischen Nixey und Osterhagen bei Lauterberg, Harz. Von anderen Fundorten ist der Gyps von Oberwiederstädt, N. von Hettstädt, der Zechsteindolomit von Rubitz und Langerberg bei Gera, die Gegend von Hettstädt und Sangerhausen, nach E. E. Schmid[3]) der Muschelkalkmergel von Lengefeld bei Blankenhain, Thüringen (sp. G. $2{,}_{825}$) und die Gegend des Meissners zu nennen.

Nach Haidinger kommen im alten Bergwerk zu Zeyring bei Judenburg zolllange Pseudomorphosen von Brauneisen nach Gyps vor. Aus dem ursprünglichen Gemenge von Eisenkies, Spatheisen und Kalkstein erklärt sich die Bildung von Gyps und Brauneisen. Die innen zum Theil hohlen Pseudomorphosen sitzen auf einer Bergart, welche zum Theil aus dichtem Brauneisen, zum Theil aus innigem Gemenge von Kalkspath und gelbem Eisenocker besteht, und tragen einzelne Kalkspathkrystalle so wie einen glänzenden Ueberzug von Brauneisen.[4])

Nach Beudant[5]) kommt am Montmartre Strontianit pseudomorph nach Gyps vor, im Val di Lonte, Venezien, nach v. Zepharovich Cölestin in kleinen linsenförmigen Gestalten nach Gyps.[6]) Die von A. Koch für den grobfaserigen Bácser Cölestin angenommene Entstehung (durch Umwandlung aus Gyps) erscheint nicht nothwendig.[7])

Nach Breithaupt[8]) finden sich auf kupfererzführenden Lagern im Kalkstein der Kargalingskischen Steppe (Gouvernement Orenburg) Gypskrystalle, welche theilweise in Malachit umgewandelt sind.

Nach vom Rath kommen auf der Insel Klein-Curaçao in der karaibischen See Umhüllungspseudomorphosen von Phosphorit nach Gyps vor[9]).

In dem Süsswassermergel von Passy bei Paris kommen linsenförmige Gypskrystalle in Quarz umgewandelt vor. Sie sind innen bald ganz erfüllt mit dichter, bisweilen etwas körniger Quarzmasse oder hohl, und dann sind die Wandungen rauh, wie zerfressen, oder mit weissem, nierenförmigem Chalcedon überzogen. Die Pseudomorphosen sind aussen rauh, uneben, matt.[10])

Den im Schiefer von Recht vorkommenden Faserquarz hält Tschermak für Pseudomorphose nach Fasergyps,[11]) G. Rose[12]) für ursprüngliche Bildung und führt noch Faserquarz an frischem Eisenkies der Orthoceratiten der Wissenbacher Schiefer, Faserquarz der Braunkohle von Teplitz, der Steinkohle von Wettin[13]) und (l. c.) Faserquarz von anderen Fundorten an. Im Thonschiefer von Dürrseifen bei Karlsbrunn beobachtete F. Roemer Faserquarz als Rinde

[1]) Jahrb. Miner. 1876. 482. — [2]) Zs. geol. Ges. 16. 8. 1856. — [3]) Pogg. Ann. 119. 324. 1863. — [4]) Pogg. Ann. 78. 82. 1849. = Blum. Pseudom. II. 116. — [5]) Blum. Pseudom. 315. — [6]) Min. Lex. f. Oesterreich. I. 117. — [7]) Tschermak. Min. Mitth. 1877. 320. — [8]) Berg- u. Hüttenmänn. Ztg. 1863. 118. — [9]) Sitzungsber. d. niederrh. Ges. in Bonn am 3. August 1878. — [10]) Blum. Pseudom. 231. — [11]) Wiener Akad. Ber. 46. 488. 1862. u. Zs. geol. Ges. 17. 68. 1865. — [12]) Zs. geol. Ges. 16. 598. 1864. — [13]) ib. 10. 98. 1858.

von Schwefelkieswürfeln.[1]) Gegen die Annahme, dass Faserquarz als nicht pseudomorphe Bildung auftreten könne, scheint kein Grund vorzuliegen, da faseriger Quarz als Hüttenprodukt vorkommt. Damit ist die Annahme nicht ausgeschlossen, dass faseriger Quarz als Pseudomorphose nach faserigem Gyps auftritt.[2])

Wie Struve 1869 nachwies, entsteht Syngenit (Kaluszit = $Ca\,O\,S\,O^3 + K^2\,O\,S\,O^3 + aq$) durch Einwirkung von gelösten Kalisalzen auf Gyps. Wo daher Chlorkalium, Kalisulfat u. s. w. und Gyps auftreten, kann sich das Doppelsalz bilden; es findet sich daher in Steinsalzlagern, welche so oft Gyps und Kalisalze führen. So in Kalusz.

Aus Gyps und gypshaltigen Gesteinen wittert nicht selten Bittersalz aus. Es mag zum Theil aus ursprünglicher Imprägnation der Gesteine mit Bittersalz[3]) herrühren, zum Theil aus der Umsetzung von Gyps und Magnesiakarbonat, das sich als Beimengung oder als Bitter- und Braunspath oder aus Magnesiasilikaten herrührend in den begleitenden Gesteinen findet.

Magnesiakarbonat und Gyps setzen sich bei Gegenwart von Kochsalz in Chlormagnesium, Kalkkarbonat und schwefelsaures Natron um ($2\,Na\,Cl + Ca\,O\,S\,O^3 + Mg\,O\,C\,O^2 = Na^2\,O\,S\,O^3 + Mg\,Cl^2 + Ca\,O\,C\,O^2$). — Ursprüngliche Bildung oder diese Umsetzung bedingen das Vorkommen von Natronsulfat in Gyps, gypshaltigen Gesteinen (Mergelschiefer mit Gypslagen wechselnd, Zwerglöcher bei Hildesheim) und in Steinsalzlagern, welche so oft von Gyps und Magnesiakarbonat enthaltenden Gesteinen begleitet werden.[4]) Auf dieselben Ursachen ist das Vorkommen von Glauberit ($Na^2\,O\,S\,O^3 + Ca\,O\,S\,O^3$, Brongniartin) in Steinsalz und Gyps zurückzuführen; ebenso die Ausblühungen, welche nach Muñoz y Luna[5]) im Sommer den ausgetrockneten Boden zahlreicher Seen in der Provinz Toledo bedecken. Die obere Lage besteht aus Chlornatrium mit schwefelsaurer Magnesia, die mittlere aus Natronsulfat, die obere aus einem Doppelsalz von Magnesia- und Natronsulfat.

Thenardit ($Na^2\,O\,S\,O^3$) setzt sich aus Salzwasser in Espartinas bei Aranjuez, Tarapaca (Peru) und in Bolivia ab, wohl aus derselben oder einer ähnlichen Umsetzung herstammend. Kayser fand Thenardit gemengt mit anderen Sulfaten auf Oberharzer Gruben als Efflorescenz, wo die Schwefelsäure wohl aus verwitterten Metallsulfureten stammt.

[1]) Geolog. von Oberschlesien. 1870. 13. — [2]) Nach Blum (Pseudom. 195) hatte sich an den zu Brauneisen verwitterten Eisenkiesen der Grauwackenschiefer von Saalfeld „gewöhnlich an zwei gegenüberstehenden Flächen des Würfels Kieselerde mit faseriger Zusammensetzung angesetzt, und zwar nicht in gleicher Dicke, sondern keilförmig abnehmend, was sich auf den entgegengesetzten Seiten verschieden verhält. Die faserige Quarzlage ist scharf, gewöhnlich durch einen sehr schmalen Hohlraum vom Brauneisenwürfel geschieden, während dieser mit den andren Flächen fest mit dem Gestein zusammenhängt. Letzteres ist unrein grün gefärbt, während die Quarzmasse sich gelblichweiss und perlmutterglänzend zeigt.“ — [3]) Nach Logan (Geol. Canada. 460) ist für die gypshaltigen Dolomite der Clintonformation zwischen Huronsee und Niagarafällen diese Ansicht wahrscheinlich. — [4]) Bei Cervera und an einigen andern Punkten in Catalonien enthalten die tertiären Gypse bis zur Hälfte des Gewichtes Natronsulfat. Maestre. Bull. geol. (2) 2. 629. 1845. Auch in den Süsswassergypsen von Cerezo, NO. von Burgos und bei Espartinas bei Aranjuez u. a. O. findet sich Natronsulfat. de Verneuil und Collomb. ib. (2) 10. 74. — [5]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. für 1854. 893.

Umwandlung von Schwerspath (Ba O S O³).

Schwerspath kommt nach Breithaupt[1]) selten in Witherit (Ba O C O²) pseudomorphosirt vor, Fundort nicht angegeben.

Nach Des Cloizeaux[2]) findet sich in Dufton Fells, Westmoreland, Witherit in hohlen Abgussformen (moules creux) nach Schwerspath.

Sorby wandelte bei 100—150⁰ Schwerspath durch Natronkarbonatlösung in Witherit um.[3])

Kalkspath pseudomorph nach Schwerspath findet sich nach Breithaupt[4]) in Beschert Glück bei Freiberg und Grube Colorada, Copiapo, Chile; nach Sillem[5]) in Andreasberg. Nach Reuss[6]) bestehen die selten hohlen, rauhen Pseudomorphosen in Przibram innen aus feinkörnigem weissem Kalkkarbonat mit hier und da eingewachsenen strahligen Partien von Schwefelkies. Aussen sind die Pseudomorphosen mit einer löcherigen unebenen Rinde von Schwefelkies überzogen, auf welcher zahlreich 1/2 bis 1 Linie grosse Schwefelkieskrystalle und einzelne Büschel sehr feinfaserigen Nadeleisenerzes sitzen. Als jüngste Bildung sind darüber noch sehr kleine, zum Theil reihenweis geordnete Kalkspathkryställchen zerstreut. Am Mariengang (12 Lauf) in Przibram bestehen nach Reuss[7]) die grösstentheils sehr ebenflächigen und scharfkantigen Pseudomorphosen aus körnigem, durchscheinendem, weissem Kalkspath und haben selten eine Höhlung, in welcher Kalkspathrhomboeder sitzen. Zuweilen sind in der Calcitmasse Pyrit, Blende, Sprödglaserz oder Proustit eingewachsen oder die Pseudomorphosen sind mit einer unterbrochenen dünnen Schicht von Pyrit oder Stephanit überzogen. Sie gehören dem älteren Baryt an. Haidinger beschreibt grosse perlgraue Tafeln von Przibram; sie sind zum Theil von einer Krystallhaut aus Braunspath und Kalk bedeckt; bisweilen ist nur noch diese Rinde übrig, der Baryt fehlt ganz, oder wo noch ein Theil desselben vorhanden ist, zeigt die Oberfläche Spuren der chemischen Einwirkung. Bisweilen ist in den durch die Krystallrinde gebildeten Hohlräumen neuerdings Baryt krystallisirt, aber nicht nur in einer anderen Gestalt, prismatisch in der langen Diagonale der Theilungsgestalt verlängert, sondern auch mit anderer, zum Theil tiefgelber Farbe. An einem der Stücke ist Schwefelkies in dünnen Platten abgesetzt auf Sprüngen, welche die damals viel grösseren Barytkrystalle durchsetzten, denn die Schwefelkiesplatten stehen ganz frei aus den Krystallen hervor.[8])

Bitterspath nach Schwerspath von Schemnitz und Przibram erwähnt Blum.[9]) Die ersteren, von einem porösen Gemenge bräunlichweissen Bitterspathes gebildeten Pseudomorphosen sind aussen drusig und zackig, nach Reuss[10]) innen hohl, so

[1]) Paragenesis. 202. = Blum. Pseudom. II. 18. — [2]) Manuel de minéralogie II. 78. — [3]) Chem. news. 1860. 2. 270. — [4]) Paragenesis. 202. 256. = Blum. Pseudom. II. 91. — [5]) Jahrb. Miner. 1851. 819. = Blum. Pseudom. II. 91 und Jhb. Miner. 1852. 515. — [6]) Blum. Pseudom. III. 200. = Wien. Akad. Ber. 10. 46. 1853. cf. 22. 163. — [7]) Jahrb. Miner. 1861. 180. aus Lotos 1860. und Ber. Wien. Akad. 47. 31. 1863. — [8]) Jahrb. geol. Reichsanst. 3. Heft 4. 30. 1852. — [9]) Pseudom. II. 92. — [10]) ib. III. 213. = Wien. Akad. Ber. 10. 63. 1853.

dass der Dolomit eine kaum 1/2 Linie dicke Rinde bildet. In den Gängen, welche das Rotheisensteinlager am Giftberg in der Herrschaft Horowitz durchsetzen, finden sich an den vorzüglich schönen Schwerspathdrusen auf den Schwerspathkrystallen Braunspathrhomboeder. Wo diese später durch Lösung entfernt wurden, zeigen die Schwerspathkrystalle Eindrücke, welche die Einwirkung der Braunspathlösung auf den Schwerspath beweisen.[1]) Pseudomorphosen von Braunspath (Tautoklin) nach Schwerspath von Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf nennt Breithaupt.[2])

Eisenspath (Sideroplesit = $2\,Fe\,O\,C\,O^2 + Mg\,O\,C\,O^2$ nach Frenzel)[3]) nach Schwerspath führt Breithaupt[4]) von Grube Himmelsfürst bei Freiberg an. Blum[5]) beschreibt eine Umhüllungspseudomorphose aus Grube Virtuous Lady, Tavistock, Devonshire, und Rotheisen in Verdrängungspseudomorphosen von Frisch Glück[6]) und Glückliche Gesellschaft[7]) bei Eibenstock. Nach Freiesleben erwähnt Blum tafelartige Pseudomorphosen, wahrscheinlich Umhüllungspseudomorphosen nach Baryt, aus dichtem Brauneisen von Grube rother Hirsch bei Geyer, Sachsen; von Grube alter Grimberg im Siegenschen und von Rosenau in Ungarn; nach Zippe von Przibram. Unter den sammtartigen Drusen von Eisenoxydhydrat (Sammtblende) finden sich dort auch über Barytkrystalle gebildete, dünne, hohle Pseudomorphosen; die innere Seite überzieht Eisenkies als dünner Anflug. Sie finden sich auf Bleiglanz, und in den durch den verschwundenen Baryt entstandenen Höhlungen sitzen stellenweise kleine Drusen von Braunspath, die jedoch auf den Bleiglanz abgesetzt sind.[8]) Sillem[9]) fand in Lauterberg unter dem Ueberzuge mit Limonit die Baryte verändert, matt und rauh, und in Oberstahlberg[10]) Baryt in Stilpnosiderit umgewandelt, zum Theil mit Barytresten gemengt. Brauneisen nach Schwerspath führt Sandberger nach Scharff an von Quarzgängen bei Schneidheim unweit Königstein, Taunus.[11])

Manganspath nach Baryt von Dognacska beschreibt Döll.[12]) An $Mn\,O\,C\,O^2$ waren 79,66 pCt. vorhanden neben 17,97 pCt. $Ca\,O\,C\,O^2$, im Rest fast gleiche Theile von $Fe\,O\,C\,O^2$ und $Mg\,O\,C\,O^2$. In Kapnik verdrängte Manganspath, der in Dolomit übergeht, nach Peters die erste Barytgeneration vollständig.[13])

Unter Ueberzügen von Psilomelan ist oft der Baryt verschwunden, so dass die hohlen Psilomelane seine frühere Gegenwart bezeugen. Auf Klüften des Buntsandsteins bei Heidelberg.[14])

Einzeln stehende Tafeln der Grundform und hahnenkammförmige Gruppirungen dünntafeliger Baryte fand A. Müller[15]) auf Grube Teufelsgrund im

[1]) Zippe. Jahrb. Miner. 1834. 558. — [2]) Paragenesis. 154. = Blum. Pseudom. II. 92. — [3]) Miner. Lex. f. Sachsen. p. 290. — [4]) Paragenesis. 180. und Blum. Pseudom. III. 250. — [5]) Pseudom. I. 146. II. 121. cf. Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 517. — [6]) ib. II. 114. — [7]) ib. III. 240. = Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 178. — [8]) ib. 289. cf. III. 241. Nach Reuss stehen die Fasern (der Sammtblende) des Nadeleisenerzes senkrecht auf den Krystallflächen der rhombischen Tafeln ($Pr . Pr + \infty$). Wien. Akad. Ber. 47. 31. 1863. cf. 10. 45. 1853. — [9]) Jahrb. Miner. 1852. 529. — [10]) ib. 530. — [11]) Jahrb. Naturk. Nassau. 9. 41. 1853. — [12]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1875. 96. — [13]) Jahrb. Min. 1861. 458. — [14]) Blum. Pseudom. 265. — [15]) Blum. Pseudom. III. 198. aus Verh. Naturforsch. Ges. in Basel und Müller. Jahrb. Min. 1855. 413.

Münsterthal, Baden, unter Erhaltung der Form in kleine bräunliche Flussspathwürfel umgewandelt. „Auf dem Querschnitt zeigt ein bräunlicher Streif die ursprüngliche Ansatzfläche an, von der aus nach beiden Seiten hin die Verdrängung begann." Die Tafeln sitzen auf grossen Flussspathwürfeln, die Hahnenkämme zeigen auf der Unterseite in starken Vertiefungen jüngere Schwerspäthe und Flussspäthe.

Nach Breithaupt hat sich in Przibram über verschwundenen Baryt, von welchem die hinterlassenen Eindrücke in den Höhlungen scharf vorhanden sind, zunächst eine dickere Haut von Eisenkies, darüber eine sehr dünne von ockrigem Rotheisen und darüber eine dünne des sammtartigen Nadeleisenerzes gebildet. Auf letzterem sitzen noch einzelne Kalkspathrhomboeder.[1])

Nach Reuss[2]) sind in Przibram grosse rektanguläre Baryttafeln oben mit Pyrit, unten mit Sammtblende (Nadeleisenerz) überkleidet, dann wurde der Baryt allmählich entfernt, so dass die Krystalle tief ausgefressen und durchlöchert sind und bisweilen nur ein dünner zerbrechlicher Rahmen übrig blieb, der oft ganz in Pyrit umgewandelt wurde. Die Stelle des weggeführten Barytes nehmen Pyrit und Nadeleisen ein, so dass manche Pseudomorphosen halb aus porösem und löcherigem Pyrit, halb aus Nadeleisen bestehen. Auf einer Druse von brauner Blende in Przibram fand Reuss zunächst Spatheisen und auf diesem Eisenkies pseudomorph nach Baryt. Die scharfkantigen Flächen erscheinen fein gekörnt, dickere Krystalle zuweilen hohl. Es sind nicht Ausfüllungen von Eindrücken.[3]) Babanek[4]) beschreibt von Przibram eine ähnliche Pseudomorphose. Die Barytmasse war völlig verschwunden; nur die Ueberrindung, bestehend inwendig aus Pyrit, auswendig aus feinstrahligem Pyrrhosiderit (Sammtblende), ist übrig geblieben. Bisweilen ist nur eine Pyritkruste vorhanden, bisweilen sind die Pseudomorphosen nicht hohl, und der Pyrit bildet dicke Tafeln in der Krystallform des Schwerspathes. Von Przibram führt Zippe[5]) Pseudomorphosen von Schwefelkies nach Schwerspath an. Auf einer Druse von brauner Blende liegen Spatheisenkrystalle und über diesen die Pseudomorphosen. Die scharfkantigen Flächen haben ein feingekörntes Ansehen, die etwas dickeren Krystalle sind zuweilen im Innern hohl.

Nöggerath[6]) nennt als weitere Fundorte Freiberg (Churprinz, Krämer). Breithaupt[6]) Bräunsdorf (Neue Hoffnung Gottes); Frenzel Tharander Kalkstein, Sillem[7]) Tavistock. Nach Blum sitzen auf den Freiberger rauhen und dünnwandigen Pseudomorphosen einzelne Cölestinkrystalle.

Markasit nach Baryt? Hohle Umhüllungspseudomorphosen, wahrscheinlich nach Baryt, auf nadelförmig krystallisirtem Strontian von Bräunsdorf führt Sillem[7]) an. Baryt von Dognacska mit unebener, löcheriger, glanzloser Ober-

[1]) Jahrb. Miner. 1853. 837. Reuss (Ber. Wien. Akad. 22. 185. 1857) bemerkt dazu, dass keine Pseudomorphose nach Baryt, sondern Ueberrindung vorliege, und dass das Rotheisen aus Nadeleisen hervorgegangen sei. — [2]) Wien. Akad. Ber. 47. 30. 1863. — [3]) Jahrb. Reichsanst. 6. 60. 1855. — [4]) Tschermak. Miner. Mitth. 1875. 78. — [5]) Jahrb. Miner. 1834. 556. Aus Verh. d. Museums. Prag. 1832. = Blum. Pseudom. 298. — [6]) ib. 1838. 307. (cf. Blum. Pseudom. 299.) Paragenesis. 153. — [7]) ib. 1852. 531.

fläche besteht innen aus feinkörnigem Markasit nach Reuss.[1]) Breithaupt erwähnt Umhüllungspseudomorphosen von Kammkies vom Reichen Bergseegen bei Freiberg.[2])

Blendekrystalle bilden nach Sillem[3]) „ungefähr die Form eines grossen tafelartigen Barytes" in Andreasberg. Aus Przibram erwähnt Reuss Baryt umgewandelt in ein feinkörniges Gemenge von Blende, Bleiglanz und Eisenspath, in welchem Blende vorwaltet. Die äussersten Schichten werden von dichter kleintraubiger Blende gebildet. Die Pseudomorphosen bedeckt ein Gemenge von Blende und feinkörnigem Bleiglanz.[4])

Pseudomorphosen in Zinnober führt Durand an.[5])

Bischof[6]) hat nachgewiesen, dass noch bei 20^0 kohlensaures Kali schwefelsauren Baryt zerlegt; wird Bikarbonat von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, Bleioxyd zugeführt, so kann kohlensaurer Baryt in Lösung fortgeführt werden. Bischof weiset darauf hin, dass organische Substanzen den Schwerspath in das leichtlösliche Schwefelbarium umwandeln können, und dass dieses das Eisenoxydulkarbonat in Schwefeleisen umgewandelt habe. Die Umwandlungen des Barytes in Braun-, Nadel- und Rotheisen, in Psilomelan erklären sich von selbst aus dem Verhalten der Lösungen der betreffenden Karbonate.

Quarz nach Schwerspath ist häufig: Schneeberg; Johanngeorgenstadt; Mutter Gottes bei Berggieshübel; Eibenstocker Revier; Kurprinz Friedrich August bei Freiberg; Grube Mondenschein bei Elterlein; Grauer Gang bei Zschorlau; Schönborn bei Mitweida; Annaberg, Schwarzenberg; Schemnitz und Rhonitz, Ungarn; Przibram;[7]) Medenbach, Amdorf und Donsbach bei Dillenburg; Grauer Stein bei Naurod, Wiesbaden; Geoden vom Galgenberg bei Idar; Grube Friedrich Christian, Schapbachthal; Teufelsgrund, Münsterthal;[8]) Griedel bei Butzbach, Hessen;[9]) Vockenhausen bei Eppstein, Taunus; Lautenthal, Harz; Leadhills; Durham; Boulage und Petite Verrière, Saone et Loire; Chide, Nièvre Phenix Mine, Cabarrus Co., Nordcarolina u. s. w. Aussen oft rauh und drusig, innen zum Theil ganz mit Quarzmasse erfüllt, zum Theil hohl und dann mit Quarzkrystallen ausgekleidet. Manche sind nur Ueberzüge von Quarz, nach deren Bildung der Barytkern zerstört wurde. Es sind meist Umhüllungspseudomorphosen.[10])

Im Münsterthal haben die in körnigen Quarz umgewandelten hahnenkammförmigen Schwerspäthe einen gelbbraunen Ueberzug von Eisensinter und Eisenocker, zum Theil haben sich Gruppen mikroskopischer Strahlkiese darauf an-

[1]) Ber. Wiener Akad. 10. 68. 1853. und Blum. Pseudom. III. 247. — [2]) Paragenesis. 245. und Blum. Pseudom. II. 119. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 534. — [4]) Wien. Akad. Ber. 22. 163. 1857. — [5]) Californ. Acad. Sc. 4. 211. 272. Citat in E. Dana: Second appendix to Dana's Mineral. 1875. 12. — [6]) Chem. Geol. II. 220. — [7]) Blum. Pseudom. 224. I. 128. II. 93. III. 215. Zippe. Jahrb. Miner. 1834. 557. Reuss. l. c. Sillem. Jahrb. Min. 1852. 526. Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. 261. Breithaupt. Paragenesis. 202. 220. Sandberger. Jahrb. Nassau. 6. 10. 1850. Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 178. H. Müller. ib. 339. v. Zepharovich. Jahrb. Reichsanst. 5. 896. — [8]) Blum. Pseudom. III. 215. Müller. Jahrb. Miner. 1855. 411. — [9]) cf. Tamnau. Zs. geol. Ges. 8. 309. 1856. — [10]) Dana. Mineralogy. p. 782.

gesiedelt. Einige der pseudomorphen Tafeln bestehen aus einem grosskörnig krystallinischen Gemenge von Quarz und blättrigem Bleiglanz, andere sind dicht mit Strahlkies überwuchert, andere bestehen fast nur noch aus Strahlkies, der den pseudomorphen Quarz verdrängt und selbst wieder zu ockerigem Brauneisen verwittert ist, andere enthalten ausser Quarz noch schwarze Blende.

In dem Barytgang am Bahnwald bei Schriesheim fand Cohen[1]) Pseudomorphosen verschiedener Quarzvarietäten nach Schwerspath. Die meist hohlen Pseudomorphosen haben eine Rinde von dichtem eisenschüssigem Quarz, die Innenwand ist mit Quarzkrystallen oder stalaktitischem und nierenförmigem, lichtbläulichem Chalcedon bekleidet. Andere Pseudomorphosen sind grösstentheils oder ganz mit dichtem Eisenkiesel, selten mit krystallisirtem Quarz erfüllt. Bisweilen besteht die Rinde hohler Krystalle aus dichtem Aggregat kleinster Quarzkryställchen. Gewöhnlich ist von Schwerspath nichts mehr zu finden. Der derbe Eisenkiesel in der Tiefe ist ebenfalls eine Verdrängungspseudomorphose und zwar nach derbem Schwerspath. von dem, wie vom Flussspath, noch Reste im Eisenkiesel liegen.

Wie man sieht, hat die Verdrängung des Barytes häufig in grossem Maassstabe stattgehabt. Breithaupt bemerkt, dass in der jüngeren Kobaltnickelformation Baryt ein wesentlicher Gemengtheil ist, aber oft fehlt, weil er durch Quarz verdrängt wurde. In den Schneeberger Gängen hat man Längen von 1000—2000 Fuss in den Quarzpseudomorphosen nach Baryt aufgeschlossen. Findet sich noch Baryt, so ist er jünger als Quarz.[2]) Nach Sandberger scheint der mächtige Gang am Grauen Stein früher, wenn nicht ganz, so doch grösstentheils von Baryt erfüllt gewesen zu sein. Im Gneissgebiet bei Wolfach, Schwarzwald, ist der Baryt der Gänge häufig mit Beibehaltung der Struktur in Quarz umgewandelt.[3])

Chalcedon kommt pseudomorph nach Baryt vor in den Drusen des Meerschaums bei Valecas[4]) und bei Herodsfoot bei Liskeard und Wheal Mary, Cornwall. In den Drusenräumen des Zechsteindolomites bei Kälberau, unfern Alzenau, Wetterau, sind die Barytkrystalle nicht selten mit Chalcedon überzogen, den meist wieder Quarzkryställchen dicht bedeckten. Meist ist der Kern noch Baryt, seltener fehlt er, so dass dann vollständige Umhüllungspseudomorphosen durch Chalcedon entstehen.[5]) Schwarzer Hornstein pseudomorph nach Baryt kommt auf Grube Spitzleite, Eibenstöcker Revier, nach H. V. Oppe[6]) vor.

In Altenberg, Sachsen. kommt auf dem Zinnstockwerke Speckstein pseudomorph nach Baryt vor. Bisweilen ist noch ein Kern von Baryt vorhanden. Die Pseudomorphosen sitzen auf hornsteinähnlichem Quarz und werden von strahlförmig stengligem Eisenglanz bedeckt.[7]) Dieselbe Pseudomorphose findet

[1]) Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. Heidelberg. 1871. 100. — [2]) Bischof. Chem. Geol. II. 879. nach Paragenesis. 218 u. 222. — [3]) Sandberger. Geol. Beschreibung der Renchbäder. 1863. — [4]) Blum. Pseudom. 244. — [5]) ib. III. 218. nach Greg u. Lettsom und Blum. — [6]) ib. III. 229. = Cotta. Gangstudien. II. 179. — [7]) ib. II. 138. Nach Breithaupt.

sich nach Heddle[1]) in Rathoquarry, Edinburghshire, nach Frenzel in Waidmann in Forstwalde, Schwarzenberg.[2])

Einwirkung von Lösungen auf Cölestin.

Kurr fand in einer Kammer von Ammonites Bucklandi aus Liaskalk von Vaihingen bei Stuttgart Cölestin mit Strontianit, wobei sich der Cölestin in zerreiblichen Strontianit und der demselben unterliegende Schwefelkies in Brauneisen verwandelt hatte.[3]) Nach Des Cloizeaux[4]) kommt im Kalkstein von Skotschau, NO. von Teschen, Strontianit vor, welcher zum Theil pseudomorph ist nach Cölestin.[5]) Scacchi erhielt aus Sicilien auf Kalk neben Schwefel sitzende Krystalle, welche, im Mittel aus $98{,}_{72}$ pCt. Ba O S O^3 und $1{,}_{28}$ Sr O S O^3 bestehend, nach ihm Pseudomorphosen sind von Baryt nach Cölestin.

Des Cloizeaux[6]) wies nach, dass die sogenannten Pseudomorphosen von Kalkspath nach Gaylussit umgewandelte Cölestine sind. Sie kommen vor bei Obersdorf[7]) unweit Sangershausen (aus Alluvialthon des zerklüfteten und ausgehöhlten Gypses); bei Kating[8]) unfern Tönningen, Schleswig (in Mergel und Mergelknauern des Diluvialthones); an der Ostküste von Australien.[9]) Man fand sie auch in einem Schädel von Ursus spelaeus der Kalksteinhöhle in der Tufna bei Hermanecz, unweit Neusohl, Ungarn;[10]) ebenso im Kleiboden am krummen Horn am Dollart.[11])

Es enthalten die Pseudomorphosen von Obersdorf nach Marchand I und die von Kating nach Köhnke[12]) II.

	I	II
Kohlensauren Kalk	$94{,}_{37}$ pCt.	$91{,}_{10}$ pCt.
Schwefelsauren Kalk	$2{,}_{02}$	—
Schwefelsaures Natron	—	$0{,}_{07}$
Kohlensaures Natron	—	$0{,}_{04}$
Kohlensaure Magnesia	—	$1{,}_{65}$
Chlornatrium	—	$0{,}_{06}$
Thonerde, Eisenoxyd	$1{,}_{15}$	$3{,}_{69}$
Thon	$1{,}_{10}$	—
Kieselsäure	—	$1{,}_{05}$
Wasser	$1{,}_{34}$	$1{,}_{16}$
	$99{,}_{98}$	$98{,}_{82}$

Nach E. Geinitz haben die ersteren Pseudomorphosen eine äussere harte Rinde aus enger und fester aneinander gelagerten Kalkspathkörnern. Innen treten beim Anschleifen mehrere, den äusseren Contouren parallele Zonen

[1]) ib. III. 234. = Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [2]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 304. — [3]) Jahrb. Miner. 1835. 48. — [4]) Manuel de Minéral. II. 85. v. Zepharovich. Miner. Oesterr. I. 118. — [5]) Atti della R. Accad. delle sc. fis. e matemat. di Napoli. 5. 18. 1873. — [6]) Ann. chim. phys. (3) Vol. 7. 1843. und Manuel de Minér. II. 119. — [7]) Blum. Pseudom. 13. Von Freiesleben 1825 aufgefunden. — [8]) G. Rose. Pogg. Ann. 53. 144. — [9]) Blum. Pseudom. III. 13. — [10]) Haidinger. Pogg. Ann. 53. 142. 1841. = Blum. Pseudom. 15. — [11]) vom Rath. Pogg. Ann. 135. 388. 1868. — [12]) Hausmann. Mineral. II. 1283.

rippenartig hervor, die aus etwas härterem Material bestehen und zwischen sich lockere Kalkspathrhomboeder enthalten. Beide Theile enthalten hier und da ein helles Quarzkorn. Zwischen den Kalkspathrhomboedern liegen regellos büschelige, durchscheinende, grünlichweisse Nädelchen und Säulchen.[1]) Groth bezieht diese Pseudomorphose auf Anhydrit,[2]) Kenngott auf Gyps.[3])

Aussen rauhe und unebene, innen mehr oder weniger hohle, matte, weisse Umhüllungspseudomorphosen von Chalcedon nach Cölestin beschreibt Blum[4]) von Girgenti. Die meisten Krystalle sind innen zellig, in den Zellen sitzt kugel-, nierenförmig, stalaktitisch der Chalcedon. Den Rest der Zellen erfüllt mehr oder weniger Schwefel, dessen Farbe durch die Rinde schimmert. Die Pseudomorphosen sitzen meist auf Schwefel und enthalten nach der Analyse von Carius $98{\cdot}_{80}$ pCt. $Si\,O^2$ und $1{\cdot}_{78}$ pCt. $Sr\,O\,S\,O^3$.

Complicirte Verwitterung der Metalloxydsulfate.

Die aus den Metallsulfuriden entstandenen Sulfate unterliegen ihrerseits der Einwirkung von Lösungen und werden zum Theil dabei pseudomorphosirt. Ueber einen Theil der Umänderungen ist bei der einfachen und complicirten Verwitterung der Metallsulfuride berichtet. Da die Metallsulfate mit Ausnahme des Bleisulfates in Wasser leicht löslich sind, so kommen Pseudomorphosen derselben nicht vor.

Bleivitriol ($Pb\,O\,S\,O^3$).

Bleivitriol in Bleispath umgewandelt fand Haidinger[5]) in Leadhills, rauhe Krystalle aus einem körnigen Aggregat von Bleispath bestehend. Nach Blum[6]) auf Grube Neuglück bei Unterbildstein, Schwarzwald; Sillem[7]) in Anglesea; Hausbaden; Giepenbach am Harz; Des Cloizeaux in der Grube Taininsk bei Nertschinsk; Seligman[8]) in Grube Friedrichsegen bei Oberlahnstein. Blum[9]) fand in Drusen von Brauneisen aus Pormann bei Cartagena, Spanien, die in Cerussit pseudomorphosirten Bleivitriolkrystalle mit Brauneisen überzogen.

Auf Klüften des Bleiglanz führenden Buntsandsteins bei Commern kommen bis 15 Linien grosse Pseudomorphosen in Bleispath vor. Die Umwandlung ist zum Theil vollständig; die Pseudomorphosen bestehen aus einem parallel faserigen Bleispathaggregat, dessen Fasern senkrecht zu (001) des Bleisulfates stehen.[10]) Nach Bergemann sind die aussen rauhen und innen hohlen Krystalle mit Eisenocker überzogen.

[1]) Jahrb. Miner. 1876. 483. — [2]) Miner. Univers. Strassburg. 1878. 142. — [3]) Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 5. 443. — [4]) Pseudom. III. 218. = Pogg. Ann. 103. 628. 1858. — [5]) Pogg. Ann. 11. 369. = Blum. Pseudom. 186. — [6]) ib. I. 99. — [7]) Jahrb. Miner. 1852. 519. — [8]) Verh. naturh. Ver. Rhlds. u. Westph. 1875. Sitzungsber. 317. und ib. 1876. Verhand. 271. Von Blum als Pseudomorphose nach Baryt beschrieben. Jahrb. Miner. 1868. 816. — [9]) Jahrb. Miner. 1865. 266. — [10]) Groth. Min. Univers. Strassburg. 1878. 134. Bei Blum (Pseudom. 276. III. 237 und 275) und von Dechen (Jahrb. Miner. 1858. 319) als Pseudomorphose nach Baryt aufgeführt.

Dana[1]) führt an, dass nach Breithaupt ein wasserhaltiges Bleisulfat aus Anglesit entstehe.

Pseudomorphosen von Quarz nach Bleivitriol fand Heddle[2]) in Leadhills.

Ueber Umwandlungen von Linarit, Caledonit, Leadhillit s. complicirte Verwitterung von Bleiglanz.

3. Chloride, Fluoride, Bromide.

Einwirkung von Lösungen auf Chlornatrium.

Pseudomorphosen von Salz nach Salz erwähnt Haidinger[3]) von Aussee: „körnige Massen durch fortgesetzten Druck auf Mergel mit eingewachsenen Salzwürfeln, in den Würfelmassen des letzteren."

Mit Dolomit überzogen, innen mit Gyps erfüllte Pseudomorphosen nach verdrückten Steinsalzkrystallen finden sich in Gyps führenden Mergeln der Werfener Schiefer in Gössling bei Weyer, Oberösterreich. Haidinger[4]) nimmt mit Recht an, dass die in der Richtung senkrecht auf die Schieferung des Gesteins zusammengedrückten Steinsalzwürfel zuerst einen Ueberzug von Dolomitkrystallen erhielten, welche noch jetzt in glatten glänzenden Flächen vom Gyps sich ablösen lassen, und dass dann an Stelle des aufgelösten Steinsalzes Gyps abgesetzt ward, welcher grosse, vollkommen theilbare Individuen bildet. E. Geinitz[5]) fand im Dünnschliff der flachgedrückten Würfel von Gössling, welche eingedrückte Flächen zeigen, nach den Begrenzungen hin Krystallkörner von Kalkspath, Quarz und Gyps in regelloser Anhäufung. Das Innere wird von grösseren, verschieden orientirten Gypsindividuen erfüllt. Es sind Ausfüllungspseudomorphosen.

Dolomit nach Steinsalz führt Pichler[6]) aus der Pertisau, Tyrol. Gümbel durch eine dünne Rinde von Dolomit erhaltene Hohlräume nach verschobenen Steinsalzwürfeln bei St. Zeno, Reichenhall,[7]) an. Nach Haidinger (l. c.) kommen bei Sovár, Ungarn, verdrückte Würfel vor, die eine Rinde von Dolomit haben und innen von Einem Gypsindividuum erfüllt werden. Der Gyps, vom Dolomit durch einen engen Zwischenraum getrennt, hat eine rauhe, wie durch Auflösung benagte Oberfläche.

Anhydrit nach Steinsalz kommt in Hall, Tyrol, und Hallein nach Haidinger (l. c.) vor. Der würfelförmige Hohlraum ist durch grosskörnigen violblauen Anhydrit ausgefüllt. In Hall bei Admont fand Stur[8]) im Gypsmergel der Werfener Schiefer bis 6 Linien im Durchmesser haltende Hohlräume, von aufgelöstem Salz herrührend. Sie sind an den Wänden mit Anhydritkryställchen ausgekleidet, zwischen denen einzelne Quarzkryställchen vorkommen. Hierauf folgen einzelne lichtgelblichgraue Dolomite; zu innerst ist hier und da eine Druse mit kleinen Gypskrystallen besetzt.

[1]) Miner. 624. — [2]) Blum. Pseudom. III. 286. = Phil. mag. (4) 17. 46. 1859. — [3]) Naturwiss. Abhandl. I. 77. 1847. — [4]) ib. und Blum. Pseudom. 222. — [5]) Jhb. Mineralog. 1876. 474. — [6]) Jahrb. Mineralog. 1871. 54. — [7]) Geol. Beschreib. d. bayerischen Alpengebirges 1861. 173. Aus thonigen Schiefern des Buntsandsteins. — [8]) Jahrb. Reichsanst. 4. Heft 1. 103. 1853.

Gyps nach Steinsalz von Saint Mitre (zwischen Eguillet und Aix, Provence) erwähnt Nöggerath:[1]) Verdrückte und verschobene Steinsalzwürfel, welche aus durchscheinenden, gelblichweissen, nach allen Richtungen durcheinander gewachsenen Gypskrystallen bestehen. Nach Coquand[2]) erreichen diese Pseudomorphosen bis zu 4 Zoll Durchmesser. Pichler[3]) führt dieselben Pseudomorphosen vom Tristenkopf am Staner Joch, südlich des Achensees, aus dem Haselgebirge an; ferner vom Plumser Joch,[4]) wo rother körniger Gyps die Ausfüllung bildet; Mayrhofer[5]) aus dem ausgelaugten Haselgebirge des Blühmbachthals bei Werfen, Salzburg; Peters[6]) aus Mergel der Werfener Schiefer bei Weissenbach, unweit St. Gallen, Steiermark. Hier ist in den bis 6 Linien im Durchmesser haltenden Pseudomorphosen der Hohlraum mit körnigem Gyps oder mit Gypskrystallen ausgekleidet und bisweilen eine Haut von Schwefelkies vorhanden, welcher auch den Gypskrystallen mitunter aufsitzt. Diese tragen zuweilen Eisenglanzkrystalle. Kies und Eisenglanz kommen auch in ganz leeren Hohlräumen vor, aus welchen alles Salz so wie der etwa später gebildete Gyps fortgeführt wurde. Dieselben Pseudomorphosen von Gyps nach Steinsalz kommen vor in Ischl; Dürnberg bei Hallein; Aussee; Hallstadt; zwischen Lietzen und Pürg, Admont W.;[7]) in Hall, Tyrol, Würfel bis fast 3 Zoll Kantenlänge mit Gypskrystallen ausgekleidet, welche kleine weingelbe Dolomitrhomboeder tragen. Die Pseudomorphosen dort zeigen auch Skelete von Quarz, von den Kanten des Hexaeders ausgehend.[8])

Im Bohrloch des Salzbergwerks Douglashall[9]) bei Westeregeln kommen im Salzthon verschobene Würfel vor, welche zu äusserst eine papierdünne Quarzhülle haben und mit Kochsalz erfüllt sind, das durch Nachsickern von oben, und zwar stets als Ein Individuum, in die leere Quarzhülle eingeführt wurde. Das Kochsalz enthält Sulfate von Kalk, Natron, Magnesia.

Beim Dürralmer im Buchengraben, N. von Weichselboden, Steiermark, fand von Lidl[10]) höchstens 3—4 Linien grosse Pseudomorphosen nach Steinsalz im Mergel der Werfener Schiefer. Aussen sind die Hohlräume von ganz kleinen Quarzkrystallen, manchmal begleitet von ebenso kleinen Dolomitkrystallen, bedeckt, dann folgen nach innen einige wenige Gypsindividuen, manchmal nur ein einziges Individuum von Gyps.

Haidinger[11]) beschreibt Pseudomorphosen von Polyhalit nach Salz aus dem Salzthon von Aussee. Die hexaedrischen Krystalle haben nur noch einen Kern von Salz, während die dicke Rinde aus Polyhalit gebildet wird.

Dana[12]) führt noch Cölestin, Hämatit und Pyrit als pseudomorph nach Steinsalz an. Nach Fortführung desselben kann jedes Mineral den hinterlassenen Raum erfüllen.

[1]) Jahrb. Miner. 1846. 309. = Blum. Pseudom. I. 125. — [2]) Bull. géol. 9. 220. 1838. — [3]) Jahrb. Reichsanst. 12. 531. 1861. 1862. — [4]) ib. 7. 726. 1856. und Jahrb. Miner. 1871. 54. — [5]) ib. 13. Verh. 134. 1863. — [6]) ib. 4. Heft 1. 103. 1853. — [7]) ib. 19. 602. 1869. — [8]) Pichler. Jhb. Miner. 1871. 54. — [9]) Weiss. Zs. geol. Ges. 25. 556. 1873. — [10]) Jahrb. geol. Reichsanst. 4. Heft 1. 103. 1853. — [11]) Naturw. Abhandl. I. 77. 1847. und Blum. Pseudom. 223. — [12]) Mineral. 114.

Umänderungen von Carnallit ($K\,Cl + Mg\,Cl^2 + 6\,aq$).

Rothe Pseudomorphosen nach Carnallit[1]) finden sich in dem Salzthon des Salzbergwerks Douglashall bei Westeregeln. Die bis $1^1/_2$ Zoll grossen, dihexaederähnlichen Pseudomorphosen haben eine dünne weisse Rinde von Quarz und bestehen aus einem krystallinischen Aggregat von blättrigem Steinsalz, in welchem zierlichste mikroskopische Quarze und Eisenoxyd sich finden. Auch Ueberzüge von Schwefelkies und Fasergyps kommen vor.

Umwandlungen des Bromsilbers.

Gediegen-Silber pseudomorph nach Bromsilber beobachtete Blum aus Huelgoat, Bretagne.

Die Cubooctaeder bestehen nicht aus einer zusammenhängenden Masse, sondern aus zahn-, draht, ast- und moosförmigen Aggregaten, in denen die Form der Umrisse sich mehr oder minder gut erhalten hat.[2])

Mit dem Bromsilber kommt Hornsilber vor.

Huantajayit ($Ag\,Cl + 20\,Na\,Cl$).

Raymondi in Lima fand in der Grube San Simon im Cerro von Huantajaya, Peru, mit Chlorsilber, Chlorbromsilber und Atakamit vorkommende wasserhelle Würfel aus 11 pCt. Chlorsilber und 89 pCt. Chlornatrium bestehend. In sehr wenig Wasser löst sich der Huantajayit unzersetzt auf, Zusatz von Wasser bewirkt Fällung von Chlorsilber. Wie Sandberger hervorhebt, beweist dies Mineral, dass die Chlor- und Bromverbindungen in Peru durch Einwirkung des Meerwassers auf das Ausgehende der Erzgänge entstanden.[3])

Umwandlung des Hornsilbers.

In sogenanntem Silbersand des Jacobsglücker Ganges zu Andreasberg fand von Groddeck eine Pseudomorphose von Gediegen-Silber nach Hornsilber.[4]) Das chilenische Hornsilber enthält oft Silber in sehr kleinen Körnern eingemengt.

Hier sind noch als chlorhaltige, wahrscheinlich sekundäre Mineralien zu erwähnen:

Nantokit ($Cu^2\,Cl^2$). In Nantoko, Chili, kommt, begleitet von Rothkupfererz, Gediegen-Kupfer und Glanzeisenerz, in einem verwitterten, eisenschüssigen, auch kupferhaltige Glanze und Kiese führenden Gestein nach Breithaupt[5]) Kupferchlorür ($Cu^2\,Cl^2$), Nantokit vor, der sich an der Luft rasch in Atakamit

[1]) Weiss. Zs. geol. Ges. 25. 559. 1873. Analyse ib. 560. v. Zepharovich ist geneigt, diese Pseudomorphosen auf Sylvin zurückzuführen. Wien. Akad. Ber. (1) 69. 16. 1874. — [2]) Pseudom. II. 16. — [3]) Amer. J. of sc. (3) 12. 396. 1876. und Sandberger. Jahrb. Miner. 1874. 174. — [4]) Jahrb. Miner. 1869. 447. — [5]) Jahrb. Miner. 1872. 815.

umwandelt und daher nur im Tiefsten der Grube auftritt. Eine Analyse des neu gebildeten Atakamites liegt nicht vor, der grüne Ueberzug war wasserhaltig.

Daubreit. In der Grube Constanzia, Cerro de Tazna, Bolivia, findet sich nach Domeyko ein gelblich- bis graulichweisses, erdiges, dichtes, zum Theil faseriges Mineral, Daubreit, das bei der Analyse 89,60 Bi^2O^3, 7,50 Cl, 3,84 (?) Wasser und 0,72 Fe^2O^3 ergab, entsprechend der Formel 4 $Bi^2O^3 + Bi^2Cl^6$.[1])

Matlockit ($PbCl^2 + PbO$) und Mendipit ($PbCl^2 + 2 PbO$), welche mit Hornblei, Bleiglanz, Bleikarbonat vorkommen, Quecksilberhornerz (Hg^2Cl^2), Hornsilber (Ag Cl), Hornblei ($PbCl^2 + PbOCO^2$), Atakamit, Bordosit gehören ebenfalls hierher.

Bordosit ($AgCl + Hg^2Cl^2$) bricht mit Chlorsilber und ist innig gemengt mit Quecksilberoxyd (Hg O) und einem an Quecksilber reichen Amalgam in Los Bordos, Chile, nach Bertrand.[2])

Complicirte Verwitterung von Bleihornerz.

Hornblei (Phosgenit) $PbCl^2 + PbOCO^2$ fand Krug von Nidda[3]) in dem Dachletten der Galmeigrube Elisabeth bei Miechowitz, Oberschlesien, von aussen her in Weissbleierz und Bleierde umgewandelt, zum Theil noch mit einem Kern von Hornblei. Der Zutritt von Kalkbikarbonat erklärt die Umbildung vollständig. Im Dachletten der Severin-Galmeigrube kommt dieselbe Umwandlung vor, grosse, bauchige, hellgelbe, erdige, quadratische Säulen und Pyramiden, undurchsichtig, ohne Spaltbarkeit und krystallinische Struktur.

Ein zweites auf derselben Grube beobachtetes Vorkommen, nach Krug von Nidda Umwandlung von Hornblei in Bleiglanz (nach Blum[4]) zweifelhaft), wird von Eck angeführt: „Bleiglanz in Pseudomorphosen nach Hornblei oder der daraus entstandenen Bleierde.“

Nach Sillem sind derbe Massen, eingewachsene und lose vierseitige Säulen von Hornblei der Severingrube bei Drebeck in eine weiche, erdige, gelblichweisse Bleispathmasse umgewandelt.[5]) Auf der Gottessegen - Galmeigrube bei Ruda, SW. von Beuthen, kamen 1864 Hornbleikrystalle vor, fast einen Zoll im Durchmesser und einen halben Zoll in der Höhe haltend, in ein Aggregat von deutlich erkennbaren Weissbleierzkrystallen verwandelt. Die Oberfläche der Pseudomorphosen ist daher ziemlich rauh und uneben. Dichter, zum Theil auch erdiger Brauneisenstein umschliesst die Krystalle.[6])

Gellhorn fand in den Pseudomorphosen 82,43 pCt. Pb O, 16,21 pCt. CO^2, 1,34 pCt. $PbOSO^3$ nebst Spuren von Chlor.[7])

[1]) Amer J. of sc. (3) 12. 396. 1876. — [2]) Ann. min. (7) 1. 412. 1872. — [3]) Zs. geol. Ges. 2. 126. 1850. — [4]) Pseudom. II. 72. Eck. Ueber die Formation des bunten Sandsteins etc. in Oberschlesien. 1865. 131. — [5]) Jb. Miner. 1852. 519. Soll der Fundort Bobrek, W. von Beuthen, Oberschlesien, bedeuten? — [6]) F. Roemer. Geologie von Oberschlesien. 1870. 406. — [7]) Liebig u. Kopp. Jahresber. Chem. f. 1853. 858.

Umwandlung des Atakamites.

Nach Versuchen von E. Ludwig[1]) bleibt bei 190° der Atakamit ganz unverändert, erst bei höherer Temperatur beginnt die Zersetzung, deren Resultate Wasserdampf, Salzsäure und ein braunschwarzes und sehr hygroskopisches Pulver ist, ein Gemenge aus $Cu\,O$ und $Cu\,Cl^2$, aus welchem Wasser das Kupferchlorid auszieht. Atakamit, der mit Wasser im zugeschmolzenen Glasrohr bei 200° C. erhitzt keine Veränderung zeigt, entspricht (sp. G. = 3,757 Tschermak) $Cu^2\,Cl\,O^3\,H^3 = Cu\,Cl^2 + 3\,(H^2\,Cu\,O^2)$.

Friedel[2]) erhielt Atakamitkrystalle künstlich, indem er eine Lösung von Eisenchlorid mit Kupferoxydul 18 Stunden lang im zugeschmolzenen Rohr auf 250° erhitzte.

Tschermak wandelte durch Einwirkung von Natronbikarbonatlösung Atakamitkrystalle von Wallaroo in Malachit um.[3])

Nach Haidinger entsteht Atakamit zuweilen durch Einwirkung des Meerwassers auf metallisches Kupfer und kupferhaltige Metallgemische.

Schon G. Rose hatte in seiner Reise nach dem Ural[4]) die Pseudomorphosen in Malachit beschrieben, welche auf den Turjinschen Kupfergruben im Ural vorkommen. Kokscharow[5]) konnte an den glatten und zum Theil glänzenden Flächen die Identität der Formen mit denen des Atakamites nachweisen. Das Innere besteht aus faserigem Malachit (sp, G. 3,970) oder ist hohl. Die Pseudomorphosen haben einen weissen, erdigen, kieselsäurehaltigen Ueberzug. Nach Naumann[6]) lässt die Umwandlung schematisch sich so fassen:

$$\text{Atakamit} = 2\,Cu\,O + Cl\,H + H^2\,O$$
$$\text{Malachit} = 2\,Cu\,O + C\,O^2 + H^2\,O$$

Einwirkungen von Lösungen auf Flussspath.

Sorby[7]) wandelte durch Natronkarbonatlösung bei 100—150° Flussspath in Kalkspath um.

Fast alle Pseudomorphosen des Flussspaths sind Umhüllungspseudomorphosen.

Kalkspath pseudomorph nach Flussspath aus dem Dolomitbruch im Forstwald bei Schwarzenberg beschreibt Breithaupt. Die innen hohlen Hexaeder bestehen aus einer dünnen Haut von Kalkspäthen (— ½ R).[8])

Bitterspath nach Flussspath, wahrscheinlich aus Derbyshire, fand Blum. Eine aussen drusige, innen glatte und ebene Rinde aus bräunlichen Bitterspäthen zeigt Flussspathform.[9]) Der Beginn der Umänderung war also Umhüllung. Auch auf der Schönerzzeche in Joachimsthal von Glückselig beobachtet.

[1]) Tschermak. Min. Mitth. 36. 1873. — [2]) Compt. rend. 77. 214. 1873. — [3]) Miner. Mitth. 1877. 97. — [4]) Bd. 1. 409—412. 1837. = Blum. Pseudom. 216. — [5]) Jahrb. Miner. 1873. 421; ebenso Tschermak. Min. Mitth. 1873. 40. — [6]) Jhb. Miner. 1873. 393. — [7]) Chem. news. 1860. 2. 270. — [8]) Blum. Pseudom. I. 21. II. 137. Bischof. Jahrb. Miner. 1844. 342. — [9]) Blum. Pseudom. II. 92.

Eisenspath nach Flussspath führt Blum nach Greg und Lettsom von Wheal Maudlin[1]) an; Brauneisen nach Flussspath vom Ziegenberge bei Geyer und von Johanngeorgenstadt;[2]) Sillem von Schneeberg.[3]) Die Umhüllungspseudomorphosen vom Ziegenberg sind theils hohl, theils ausgefüllt; selten enthalten sie noch erdigen gelblichweissen Flussspath, bisweilen haben sie noch einen Ueberzug von braunem Glaskopf. Die Pseudomorphosen von Johann-Georgenstadt sind innen hohl und drusig oder enthalten körnigen Quarz, welcher sie auch aussen zum Theil umgibt.

Stets mehr oder minder Quarz enthaltende Umhüllungspseudomorphosen von faserigem oder dichtem Rotheisenstein führt Blum an von Schwarzenberg; hohle Umhüllungspseudomorphosen von Johann Georgenstadt, Rothenberger Zug bei Eibenstock (nach Oppe) und von Amönau unweit Marburg; nach Breithaupt hohle Umhüllungspseudomorphosen in Eisenglanz von Grube Saxonia bei Seifen;[4]) Frenzel erwähnt sie von Ehrenfriedersdorf,[5]) Sillem von Zinnwald.

Pyrolusit pseudomorph nach Flussspath kommt vor nach von Zepharovich in Gyalar, Siebenbürgen.[6])

Die von Freiesleben angeführten würfligen Afterkrystalle von Psilomelan (schwarzem Glaskopf) des Glückaufstollens bei Schneeberg bezieht Blum auf Flussspath.[7])

Schüler fand Weissbleierz nach Flussspathoktaedern bei Taininsk, unfern Nertschinsk.[8])

Breithaupt sah Umhüllungspseudomorphosen in Eisenkies am Teichgräbner Flachen bei Marienberg,[9]) Frenzel in Ehrenfriedersdorf,[10]) Greg und Lettsom fanden Eisenkies nach Flussspath (hohle Würfel) in Alston, Cumberland.[11])

Strahlkies in Umhüllungspseudomorphosen nach Flussspath führt Blum an von Marienberg. Die hohlen Würfel sind mit einer nierenförmigen Rinde von Kieselzink überzogen, das auch zuweilen in das Innere eindrang.[12]) Blende nach Flussspathwürfeln erwähnt Abegg aus dem Münsterthal.[13])

Quarz nach Flussspath kommt häufig vor. Nach Blum entstanden die hohlen Pseudomorphosen alle durch Umhüllung, die ganz erfüllten zum Theil durch Verdrängung. Bisweilen sind noch Reste von Flussspath vorhanden.

Fundorte nach Blum, Sillem, Oppe, Frenzel, Groth:[14])

[1]) ib. III. 250. Auf Flussspath bezieht Blum (l. c.) auch ein Vorkommen von Eisenspath von Virtuous Lady-Mine bei Tavistock, Devonshire, hohle, 3—4 Quadratzoll grosse Würfel, innen mit Kupferkies- und Quarzkrystallen. Nach anderen Angaben war das ursprüngliche Mineral Eisenkies. — [2]) Pseudom. 290. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 529. — [4]) Pseudom. 277. u. III. 240. — [5]) Mineral. Lex. f. Sachsen. 1874. p. 145. — [6]) Mineral. Lex. f. Oesterreich. I. 339. — [7]) Pseudom. 266. — [8]) ib. 277. Nach Leonhard erwähnt Blum Pseudomorphosen in Zinkspath. ib. 267. — [9]) Paragenesis. 247. = Blum. Pseudom. II. 120. — [10]) Mineral. Lex. f. Sachsen. p. 250. — [11]) Blum. Pseudom. III. 245. — [12]) ib. I. 145. — [13]) Jahrb. Miner. 1859. 803. — [14]) Blum. Pseudom. 228. II. 129. III. 216. Sillem. Jahrb. Miner. 1851. 525. Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 179. Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. 261. Groth. Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. 100.

Sachsen: Reviere von Annaberg, Schwarzenberg, Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Schneeberg (Fürstenvertrag und Rother Löwe), Ziegenberg bei Geyer, Segen Gottes bei Oberwiesenthal, Freiberg, Sächsisch Zinnwald.

Schriesheim in Barytgängen (Umhüllungspseudomorphosen); Badenweiler; Thiergarten bei Donaustauf,[1]) Hornlberg, Bayern.

Schemnitz; Tavistock; Beeralstone; Carnbrae; Balleswidden, St. Just; St. Agnes; Grube Huel Alfred, Cornwall; u. s. w. Brioude, Boulage und Petite Verrière, Saône et Loire; Chide, Nièvre; Pontgibaud; Massachusetts: Southhampton und Westhampton.

Nach Breithaupt legte sich am Rothenberg bei Schwarzenberg auf den später ganz verschwundenen Flussspath zuerst faseriges Rotheisenerz, dann bildete sich in den entstandenen Hohlräumen Quarz, zum Theil krystallinisch-körnig, zum Theil in Diploederdrusen. Dieses jüngste Gebilde erscheint nun als Kern und das ältere als Hülle.[2]) Breithaupt bemerkt, dass auf diesem mächtigen Gangzuge von Rotheisenstein Flussspath sich nicht mehr findet, dass seine Stelle in den meisten Fällen der Quarz einnimmt. Dasselbe gilt von den Kobalt- und Silbererzgängen der Grube Fürstenvertrag.[3])

Quarz nach Flussspath fand Credner in Klüften des Felsitporphyrs bei Bischofsrode, S. von Suhl, Thüringen. Die Klüfte enthalten Quarz und Flussspathoktaeder, letztere theils unmittelbar auf dem Porphyr, theils zwischen den kleinen Quarzkrystallen hervorragend. Die Quarzkrusten in der Form des Flussspathes mit matter, etwas rauher Oberfläche sind bald hohl, bald mit grauem Quarz ausgefüllt. In ersteren sieht man bisweilen zarte Quarzlamellen in der Lage der Spaltungsebenen des Flussspathes. Auf den Quarzpseudomorphosen setzte sich Eisenocker, bisweilen auch Wad und Psilomelan als Ueberzug ab und dann wieder Flussspath in wasserhellen bis röthlichweissen Würfeln.[4]) Von der Consolidated-Mine, Cornwall, beschreibt C. W. Fox Verdrängungspseudomorphosen von Quarz nach oktaedrischem Flussspath. Manche Pseudomorphosen schlossen Wasser ein, zum Theil mit Kochsalz, zum Theil mit Eisenoxydulsulfat, manche waren leer, andere ganz oder theilweise mit krystallinischem Quarz erfüllt; die leeren umschlossen Fragmente von zerfressenem Flussspath. In einigen oktaedrischen Höhlungen fand sich Eisenoxyd, zuweilen an den Wänden sitzend Eisen- und Kupferkies, ferner erdiges Eisenoxydulkarbonat mit sehr kleinen Quarzen gemengt. Der Quarz schloss ausserdem Oktaeder von Flussspath ein und zeigte dann beim Zerbrechen das Ansehen von Festungsachat, so dass ein Wechsel in dem Absatz eingetreten war, bald Kieselsäure-, bald Flussspathabsatz, welcher letzterer wieder von Kieselsäure bedeckt wurde.[5])

[1]) Jahrb. Miner. 1864. 481. — [2]) Paragenesis. 20; vergl. v. Zepharovich. Jahrb. Reichsanst. 5. 894. 1854. und E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 467. — [3]) Bischof. Chem. Geol. 1. 172. — [4]) Jahrb. Miner. 1859. 800. cf. Nauck. Zs. geol. Ges. 2. 171. — [5]) Jahrb. Miner. 1847. 850. Blum. Pseudom. I. 129. Berzelius. Jahresber. f. 1845. 344.

E. Geinitz beschreibt aus Cornwall ein gelblichweisses Oktaeder mit rauher Oberfläche, in dem der zonal aufgebaute Flussspath durch Quarz ersetzt ist. Die äusserste weisse und scharf abgegrenzte Schicht besteht zu unterst aus kleinen farblosen Quarzkrystallen, welche Bildung den Anfang der Pseudomorphose auf der glatten Oberfläche der Flussspathe bezeichnet. Die oberste weisse Lage besteht aus grösseren Quarzkrystallen, welche, auf der unteren Seite durch zahlreiche Hohlräume trübe, die rauhe Oberfläche der Pseudomorphose bilden. Das Innere, aus farblosem oder stellenweise durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse getrübtem Quarz bestehend, zeigt parallel den Umrissen 3 gerade weisse Streifen, welche dieselbe Struktur wie die äussere Grenzschicht besitzen. Während und nach der Inkrustation drang Kieselsäurelösung auf den durch den zonalen Aufbau bedingten Spalten ein.[1])

Nach Groth l. c. ist an der mattflächigen, aber scharfkantigen Pseudomorphose in Pontgibaud der Quarz faserig, mit senkrecht gegen die Aussenflächen gerichteten Fasern, geht nach innen in radialfaserige Gruppen und fein ausgebildete Kryställchen über und lässt im Centrum grosse Hohlräume frei. Zuerst Umhüllung, dann Bildung von Hohlräumen und endlich theilweise Erfüllung derselben mit Quarz.

Chalcedon findet sich nicht selten in Formen des Flussspathes: so in Tresztyan und in Torda, Siebenbürgen; Pugewsky bei Nertschinsk; Zinnwald Böhmen;[2]) Hornstein nach Flussspathoktaedern in Beeralstone, Devon, (Greg und Lettsom) häufig. Im Schneeberger Revier auf Wolfganger Spath kommen Umhüllungspseudomorphosen vor.[3]) Liebener und Vorhauser fanden meist unreinen Hornstein pseudomorph nach Flussspath auf Gängen und Gangtrümmern der Melaphyrs im Fassathale, auf den Alpen Giumella, Palle und Valle.[4])

Speckstein nach Flussspathoktaedern führt Breithaupt an von Göpfersgrün;[5]) Chlorit nach Flussspath, zum Theil mit Kernen von diesem, Blum[6]) von Berggieshübel, Sachsen. Nach Breithaupt[7]) entstanden in Neubeschert Glück-Stollen bei Wolkenstein, Sachsen, durch Verschwinden der Flussspathhexaeder im Baryt Hohlräume, welche später Pinguit ausfüllte (wesentlich ein wasserhaltiges Eisenoxydsilikat). Nach dem früher Mitgetheilten wird man diese Bildung nicht zu den Pseudomorphosen stellen dürfen.

Steinmark nach Flussspath[8]) findet sich in Ehrenfriedersdorf, Pobershau, Annaberg, Altenberg, Zinnwald, Sachsen. Die Flussspathwürfel werden blass, trübe, an der Oberfläche matt und endlich undurchsichtig, die Schärfe der Kanten sowie das Ebene der Flächen geht verloren und die Flächen werden von Steinmark mit fein nierenförmiger Zusammensetzung eingenommen. Blum macht auf Gypskrystalle aufmerksam, die sich bisweilen einfinden. Auf der Galiläischen Wirthschaft im Annaberger Revier kommt ein perlgrünes Gemenge von Flussspath und Steinmark als Kruste auf bunten Flussspathkrystallen vor.

[1]) Jahrb. Miner. 1876. 464. — [2]) Blum. Pseudom. 244. — [3]) Blum. Pseudom. 249. III. 229. Vergl. E. Geinitz. Jhb. Miner. 1876. 469. In Trestyan Umhüllungspseudomorphosen mit späterer Ausfüllung. — [4]) Mineral. Tyrols. 220. — [5]) Paragenesis. 131. — [6]) Pseudom. II. 104. — [7]) ib. III. 286. = Paragenesis. 205. — [8]) Pseudom. 254. I. 140.

Bei den Flussspäthen, welche mit den in Nakrit umgewandelten Prosopiten in Schlaggenwald vorkommen, nahm E. Geinitz von aussen beginnende Umwandlung in Kaolin oder Steinmark wahr.[1])

Kieselzink nach Flussspath erwähnt Blum[2]) nach der einfachen Angabe von v. Leonhard. Sillem[3]) nennt Moldawa als Fundort und führt bei einem mit Galmei (Zinksilikat), auswärts mit Psilomelan bedeckten Flussspathkrystall von Ramsbeck zerfressene Oberfläche an.

Umänderungen des Kryolithes.

Den Kryolith ($6\,Na\,Fl + Al\,Fl^6$) begleiten, wohl aus ihm hervorgegangen, Pachnolith ($2\,Na\,Fl + Al\,Fl^6 + 2\,Ca\,Fl^2 + 2\,aq$), Hagemannit (wasserhaltig) und Arktusit (wasserfrei), beide Na, Fl, Ca enthaltend. Als Lemberg Kryolithpulver einen Monat lang mit Chlorcalciumlösung bei 100⁰ behandelte, erhielt er ein Produkt, dessen Zusammensetzung mit der des Pachnolithes fast übereinstimmt. Das Endglied würde ein natronfreies wasserhaltiges Substitutionsprodukt sein.[4])

4. Phosphate.

Einwirkung von Lösungen auf Apatit.

Apatit auf Arsenikkies von Ehrenfriedersdorf fand Sillem[5]) mehr oder weniger in Limonit umgewandelt.

Blum sah Apatitkrystalle mit einer dünnen, aus Quarzkrystallen bestehenden Rinde überzogen in Schlaggenwald und den unter der nicht aufliegenden Rinde erhaltenen Apatit weicher und verändert[6]) ferner im Zinnerzstock von Zinnwald, Böhmen, Gemenge von Zinnerz und Steinmark, das letztere nach Apatit[7]) pseudomorph, wie einzelne Kryställchen zeigten.

Pseudomorphosen des Hyalites nach schalig faserigen Apatitkrusten beobachtete Boricky in den Basalten bei Waltsch.[8])

Auf sächsischen Zinnerzgängen fand Frenzel grünlichen Gilbertit pseudomorph nach Apatit. Gilbertit enthält neben $48{,}10$ pCt. $Si\,O^2$ und $31{,}55$ pCt. $\ddot{A}l$ noch $8{,}62$ pCt. Kali, $2{,}14$ pCt. Natron, $0{,}88$ pCt. Fluor, etwas Fe O, Ca O, Mg O und $3{,}52$ pCt. Wasser.[9]) Seine Zusammensetzung nähert sich der der Kaliglimmer.

In pseudomorphen Serpentinwürfeln von Tillyfoster, Putnam Co., New York, fand Dana schmale sechsseitige Säulen aus Serpentin, welche wahrscheinlich pseudomorph nach Apatit sind.[10])

Umänderungen von Triplit und Triphyllin.

Die in Graniten auftretenden Phosphate Triphyllin[11]) $\overset{I}{R}{}^3\,P\,O^4 + \overset{II}{R}{}^3\,P^2\,O^8$, $\overset{I}{R} = $ Li, Na, (Ka); $\overset{II}{R} = $ Fe, Mn (Ca, Mg) und Triplit ($\overset{II}{R}\,Fl^2 + \overset{II}{R}{}^3\,P^2\,O^8$, $\overset{II}{R} = $ Fe, Mn

[1]) Jahrb. Miner. 1876. 493. cf. 494. — [2]) Pseudom. 267. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 517. — [4]) Zs. geol. Ges. 28. 620. 1876. — [5]) Jahrb. Min. 1852. 529 und 1851. 820. — [6]) Pseudom. III. 216. — [7]) ib. III. 231. — [8]) Jhb. Miner. 1873. 764. — [9]) Jhb. Miner. 1873. 796. — [10]) Sill. Amer. J. (3) 8. 380. 1874. — [11]) Nach Grandeau und Blake lässt sich im Triphyllin Caesium und Rubidium nachweisen.

(Ca, Mg) enthalten oft sekundär gebildetes Eisenoxyd und liefern durch die Verwitterung eine Reihe von Mineralien, indem ein Theil oder alles Eisen- und Manganoxydul zu Eisen- und Manganoxyd oxydirt, ferner Wasser aufgenommen wird, und aus dem Triphyllin die Alkalien und ein Theil der Phosphorsäure entfernt werden.

Triplit erhält öfter einen Ueberzug von Manganoxyd oder von pulverigem Manganspath.[1]) Triplit und Triphyllin (nach Tschermak[2]) der letztere) liefern Heterosit (Limoges), ein wasserhaltiges Phosphat von Eisen- und Manganoxyd, in dessen Hohlräumen Hureaulit, ein wasserhaltiges Phosphat von Eisen- und Manganoxydul, vorkommt.

Ferner entsteht aus Triplit Alluaudit (Limoges), nach Damour ein wasserhaltiges Phosphat von Lithion, Natron, Kalk, Eisen- und Manganoxyd und Wasser, und dasselbe Mineral aus Triphyllin in Norwich (Massachusets). Der grünliche oder bläulichgrüne Triphyllin des Turmalin führenden Granites von Rabenstein bei Bodenmais wird nach Blum[3]) durch Verwitterung dunkler; Härte, Glanz, Durchscheinen gehen verloren, nur die Spaltbarkeit bleibt, es entsteht Pseudotriplit $= \text{R}^3 P^4 O^{19} + 2\,aq, \text{R}^3 = \dddot{Fe}$ und $\dddot{Mn}$. Nach Tschermak bestehen die grünen und schwärzlichgrünen Triphyllin-Pseudomorphosen von Rabenstein zum grössten Theil aus Grüneisenstein; bei den dunkelbraunen und bläulichschwarzen bedingt ein Gehalt von Manganoxyd die Färbung. Der Pseudotriplit ist nach ihm Gemenge.[4]) Gümbel fand am Hühnerkobel Pseudomorphosen des Triphyllin in Kraurit. (G. $3,_{501}$.)[5]) Ein anderes (?) Verwitterungsprodukt ebendaher mit Eisenoxyd, etwas Eisen- und Manganoxydul, Kalk und einem grösseren Wassergehalt (9—10 pCt.) nannte N. Fuchs Melanchlor. Nach Gümbel entsteht aus Triphyllin von Bodenmais noch Vivianit.

Den Triphyllin eines Turmalin führenden Granitganges zwischen Michelsdorf und Mühlbachthal, Westseite der Hohen Eule (Schlesien), fand Websky[6]) in Sarkopsid umgewandelt, in ein schimmerndes Mineral mit einer zwischen Fleischroth und Himmelblau fallenden Farbe, das einen mattschwärzlichen Saum und einen Ueberzug von blauem Vivianit zeigte. Neben etwas Fluor enthält Sarkopsid Phosphorsäure, Eisen- und Manganoxydul, Kalk, Eisenoxyd, Wasser und ist etwa $4 \overset{II}{R^3} P^2 O^8 + (\dddot{Fe} + 2\,aq)$. Neben dem Vivianit, der in frisch geöffneten Klüften weiss war und erst nach einigen Wochen das gewöhnliche Blau annahm, fand sich etwas Hureaulit und Schwefelkies. Aus letzterem scheint der Vivianit hervorzugehen.

Als Endziel der Verwitterung des Triphyllins ist die Bildung von Eisen- und Manganoxyden und Oxydhydraten zu bezeichnen, so dass ähnlich wie bei Vivianit endlich alle Phosphorsäure entfernt wird.

[1]) Dana. Miner. 544 u. 692. — [2]) Wien. Akad. Ber. 47. 445. 1863. Heterosit ist ein Gemenge von Grüneisenerz und Manganoxyd nach Tschermak. — [3]) Pseudom. 210. — [4]) l. c. 444. — [5]) Ostbayer. Grenzgeb. 323. — [6]) Zs. geol. Ges. 20. 249. 1868.

Wagnerit (Kjerulfin).

Das seltene Mineral ($Mg\,Fl^2 + [3\,Mg\,O + P^2\,O^5]$) nimmt Natron auf und ändert sich endlich in eine röthliche und weiche Masse um, in der Rammelsberg 93,81 pCt. Kieselsäure, 1,87 pCt. Phosphorsäure, 1,49 pCt. Magnesia, 2,58 pCt. Kalk und 1,41 pCt. Thonerde und Eisenoxyd fand.[1]) In durchsichtigen gelben Krystallen des unveränderten Minerals fand Rammelsberg 2,38 pCt. Kalk und 4,59 pCt. Eisenoxydul neben 46,27 pCt. Magnesia.

Nach Rammelsberg[2]) hat v. Kobell, der im Wagnerit 5,12 pCt. Natron fand, in dem blassrothen Kjerufin von Bamle (mit 1,72 pCt. Natron) zwei Zersetzungsprodukte von Wagnerit untersucht. Schon C. v. Leonhard bemerkte die Umänderung des reingelben Wagnerites durch Blassroth in Rosenroth.

Nach Brögger und Reusch ist Kjerulfin ein selbstständiges rhombisches Mineral.[3])

Einwirkung von Lösungen auf Pyromorphit.

$$3\,Pb\,O^3 + P^2\,O^5 + Pb\,Cl^2.$$

Pyromorphit enthält oft Arsensäure, oft Kalkphosphat, d. h. den isomorphen Mimetesit und Apatit. Pyromorphit erfährt eine Umänderung in Bleigummi, in ein Mineral, das wesentlich aus Phosphorsäure, Bleioxyd, Thonerde und Wasser besteht und keine bestimmte chemische Formel zulässt. Ersteres gilt wenigstens für das Vorkommen in Huelgoat und Nussières bei Beaujeu.

Dana führt die Umänderung von Pyromorphit in Kalkspath an.[4])

Umhüllungspseudomorphosen von Brauneisen nach Pyromorphit kommen nach Blum in der Gegend von Montabaur, Nassau, auf der Grube Hausbaden bei Badenweiler, bei Bleistadt, Böhmen, in der Zinkerzlagerstätte zu Wiesloch, Baden, vor. Häufig ist noch ein Kern von Pyromorphit, bisweilen um den hohlen Krystall nur eine unebene drusige Wandung von Brauneisen vorhanden.[5]) Nach Sillem[6]) und Reuss[7]) auch bei Mies.

Rotheisenstein nach fassförmig gewölbten Hexagonalsäulen von Pyromorphit führt Oppe[8]) an von der Spitzleite im Eibenstöcker Revier. Schwerbleierz (Breithaupt) und Plattnerit (Haidinger), nach Plattner aus PbO^2 bestehend, wahrscheinlich aus Leadhills stammend, ist nach Greg eine Pseudomorphose nach Pyromorphit. Dana[9]) nennt den von Bleispath, Bleivitriol und Pyromorphit begleiteten Plattnerit eine zweifelhafte Spezies.

Apatit nach Pyromorphit von Grube Churprinz bei Freiberg erwähnt Sillem[10]) (s. Apatit S. 93).

Blum[11]) beschreibt Vauquelinit ($2\,PbO + CuO + 2\,CrO^3$) pseudomorph nach Pyromorphit aus Beresowsk. Die hexagonalen Säulen sind auf den Seitenflächen

[1]) Handb. d. Mineralchem. 1860. 350. — [2]) ib. 1875. II. 700. vgl. Bauer. Zs. geol. Ges. 27. 230. 1875. — [3]) Zs. geol. Ges. 27. 676. 1876. — [4]) Mineral. 537. — [5]) Pseud. 296. III. 244. — [6]) Jahrb. Miner. 1852. 529. — [7]) Wiener Akad. 10. 48. 1853. — [8]) Blum. Pseudom. III. 241; Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 180. — [9]) System of miner. 167. — [10]) Jahrb. Miner. 1848. 388. — [11]) Pseudom. III. 197.

drusig und dunkelolivengrün, innen mehr oder weniger hohl; Endflächen finden sich nicht. Bisweilen lässt sich der grasgrüne Pyromorphitkern leicht durch die Farbe unterscheiden.

Kokscharow betrachtet den Vanadinit ($PbCl^2 + [9PbO + 3V^2O^5]$) von Beresowsk als pseudomorph nach Pyromorphit, der oft als unveränderter Kern vorkommt. Beide Mineralien sind isomorph. Nach der Analyse ist in den Krystallen 1 Mol. Pyromorphit gegen 4 Mol. Vanadinit vorhanden.[1])

Derber Pyromorphit der Mina grande enthält in Höhlungen nach Domeyko braunes Vanadin-Kupferbleierz mit $17{,}_{88}$ pCt. Kupferoxyd und $5{,}_{26}$ pCt. Arsensäure.[2])

Fassförmige Pseudomorphosen in Quarz führt Frenzel an von der Spitzleite bei Schneeberg[3]), Blum theils hohle, theils erfüllte Umhüllungspseudomorphosen in bräunlich oder graulichweissen, wenig glänzenden, mit nierenförmigen Oberflächen versehenen Chalcedon von Bleystadt, Böhmen.[4]).

In Caldbeck Fell, Cumberland, kommen nach Blum Umhüllungs- und Verdrängungs-Pseudomorphosen von Kieselzink vor mit allen Zwischenstufen von reinem Pyromorphit bis zu hohlen Krystallen von Kieselzink, in denen jede Spur des primären Minerals verschwunden ist. Auch in Nertschinsk beobachtet.[5])

Bleiglanz, dicht, körnig, blätterig oder krystallisirt, nach Pyromorphit (Blaubleierz) kommt vor in Grube Kautenbach zwischen Bernkastel und Trarbach; bei Zschoppau; Grube Himmelsfürst bei Freiberg; Huelgoat; Poullaouen; Wheal Hope; Leadhills; Bleistadt; Rezbanya.[6]) In den fast stets porösen Pseudomorphosen sind oft Ueberreste von Pyromorphit vorhanden. Die vom erstgenannten Fundorte haben oft eine Hülle von Weissbleierz oder Lagen von Bleiglanz und Weissbleierz wiederholen sich. Sie enthalten nach Carius: $1{,}_{654}$ pCt. P^2O^5; $0{,}_{291}$ pCt. SiO^2 und $91{,}_{515}$ pCt. PbS. Die Hülle von Weissbleierz war in der Grube bisweilen noch weich und erhärtete erst nach einiger Zeit. Auf dem Gange bricht eine schwefelwasserstoffhaltige Quelle hervor, welche die Bleiglanzbildung veranlasst.[7])

Traubigen Polysphaerit (mit reichlichem Kalkphosphat) fand Sillem in Freiberg in Bleiglanz umgewandelt, der auswärts matt erscheint und innen dem Bleischweif an Glanz und Farbe ähnelt.[8]) E. Geinitz fand in diesen Pseudomorphosen (neben unregelmässigen) auch scharf begrenzte, rechtwinkelige Formen, mit denen der Bleiglanz in die farblose oder bräunliche Substanz des Pyromorphites hineinragt, also intensivere Krystallisationstendenz des Umwandlungsproduktes.[9])

Sandberger leitet den stets als ganz junge Bildung auftretenden Beudantit

[1]) Blum. Pseudom. III. 288. aus Mater. zur Mineral. Russlands. II. 370. — [2]) Rammelsburg. Handbuch d. Mineralchemie. II. 295. — [3]) Mineral. Lexikon f. Sachsen. 1874. 262. — [4]) Pseudom. 248; auch Breithaupt. Jahrb. Miner. 1853. 700. Sillem. ib. 1851. 329 und 1852. 526. — [5]) Pseudom. 273. — [6]) Peters. Wiener Akad. Ber. 44. 161. 1861. Der Pyromorphitkern ist ausgezeichnet schalig. — [7]) Blum. Pseudom. 178; I. 93; III. 172. Girgens. Jhb. Miner. 1856. 135. Haidinger. Pogg. Ann. 11. 371 und ff. Sillem. Jhb. Miner. 1851. 390. — [8]) Jahrb. Miner. 1852. 333. — [9]) ib. 1876. 481.

von Dernbach bei Montabaur aus Pyromorphit ab. Das Ausgehende der Grube „Schöne Aussicht" bei Dernbach besteht wesentlich aus Brauneisenstein, in welchem Pyromorphit eingewachsen ist. Die oft bemerkbare Zerstörung desselben in der Nähe oder direkt am Beudantit lässt vermuthen, dass letzterer aus Pyromorphit entstand. Die Analyse ergab nur eine Spur Arsensäure und Kupferoxyd neben 4,61 pCt. SO^3, 13,22 P^2O^5, 44,11 $\dddot{Fe}$, 26,92 pCt. PbO, 11,44 pCt. Wasser.[1]) Eisen und Schwefelsäure weisen auf Zufuhr aus einem Eisensulfuret hin.

Das Ausgehende des Ganges der Grube Luise bei Horhausen, Rheinpreussen, besteht vorzugsweise aus Quarz mit zelligem und drusigem Brauneisenstein. Im krystallinischen Quarz ist gelbe Bleiniere (wesentlich wasserhaltiges antimonsaures Bleioxyd) ausgeschieden, welche höchst selten einen metallglänzenden stahlgrauen Kern einer Schwefelantimonarsenbleiverbindung (vermuthlich Geokronit) umhüllt. In den Höhlungen und Zellen des Brauneisensteins findet sich Mimetesit ($Pb\,Cl^2 + [9\,PbO + 3\,As^2O^5]$) oder zunächst eine dünne Lage Carminspath ($Pb^3\,Fe^5\,As^{12}\,O^{48}$) und auf dieser der Beudantit und über diesem Pyrolusit, dessen Nadeln von Brauneisen umhüllt sind.[2]) Rammelsberg fand in diesem Beudantit, der nach Percy und R. Müller 9,68 bis 13,60 pCt. Arsensäure enthält, auch phosphorreiche arsenarme Krystalle. Der Gehalt an Schwefelsäure und Phosphorsäure ist nach den Analysen grossem Wechsel unterworfen. Die schwarze traubige Masse, auf welcher die Beudantitkrystalle sitzen, enthält 0,87 pCt. SO^3, 6,76 pCt. P^2O^5, 79,65 pCt. $\dddot{Fe}$, 12,72 pCt. Wasser[3]) nach Rammelsberg.

Durch complicirte Verwitterung entstehende Phosphate.

Durch complicirte Verwitterung liefern die Phosphate die Phosphorsäure zu zahlreichen wasserhaltigen Verbindungen, namentlich von Eisenoxyd, Thonerde oder beiden zusammen und von Kupferoxyd. Ihnen entspricht oft chemisch und krystallographisch ein Arseniat, das sich daher nicht selten in den Phosphaten findet. Diese Phosphate[4]) erleiden zum Theil wiederum Veränderungen. Zu ihnen gehören:

Isoklas. $4\,CaO + P^2O^5 + 5\,aq$ auf Hornstein sitzend, in Joachimsthal nach Sandberger;[5]) Churchit, Cer (Didym) — Calcium — Phosphat mit 4 aq; die Eisenphosphate: Ludlamit $7\,FeO + 2\,P^2O^5 + 9\,aq$ (Cornwall);[6]) Vivianit $3\,FeO + P^2O^5 + 8\,aq.$; Grüneisenstein $FeO, \dddot{Fe}, P^2O^5, aq.$ Strengit[7]) $\dddot{Fe} + P^2O^5 + 4\,aq$; Kakoxen $2\,\dddot{Fe} + P^2O^5 + 12\,aq$; Picit; Beraunit; Globosit; Delvauxit; Calcoferrit; Andrewsit und Chalkosiderit, Cornwall, beide mit $\dddot{Al}$, Cu O, Fe O und $\dddot{Fe}$. Barrandit $\dddot{R} + P^2O^5 + 4\,aq.$ ($\dddot{R} = {}^4/_7\,\dddot{Fe} + {}^3/_7\,\dddot{Al}$); die Thonerdephosphate: Berlinit,

[1]) Pogg. Ann. 100. 615. 1857. — [2]) Sandberger. ib. 618. — [3]) Handb. Mineralchemie. Der Beudantit von Glendone, auf Quarz oder Brauneisen sitzend, ist wesentlich ein Sulphatphosphat nach der Analyse von Rammelsberg. — [4]) Ueber Heterosit, Hureaulit u. s. w. s. bei Triphylin und Triplit. — [5]) Jahrb. Miner. 1870. 306. — [6]) Field. Phil. Mag. (5) 3. 52. 1877. — [7]) Nies. Jhb. Miner. 1877. 8. Mit Kakoxen auf Eisensteingrube Eleonore am Dünsberg bei Giessen. Zusammen mit $3\,\dddot{Fe} + 2\,P^2O^5 + 18\,aq$ und $7\,\dddot{Fe} + 4\,P^2O^5 + 36\,aq$ vorkommend. ib. 1877. 176.

Wawellit (zum Theil fluorhaltig), Kalait, Variscit,[1]) Coeruleolactin[1]), Augelith, Peganit, Fischerit, Evansit, Sphaerit, Planerit, Zepharovichit[2]), Henwoodit, Trolleit, Attacolith; ferner die Kupferoxydphosphate: Libethenit, Pseudolibethenit, Tagilit, Veszelyit[3]), Dihydrit, Ehlit, Phosphorkupfererz, Thrombolith (s. Fahlerz) und das Zinkoxydphosphat Hopeit.

Aus Bleiglanz oder anderen Schwefelverbindungen des Bleies geht der Pyromorphit hervor, der sich unabhängig von Bleiglanz nur äusserst selten findet; aus zinkhaltigen Mineralien, daher auch aus Blende, entsteht Hopeit ($3\ ZnO + P^2O^5 + 5$ aq.).

Wo Phosphate neben Metallsulfureten, vorzugsweise Schwefeleisen, verwittern, entstehen Mineralien, welche wie Diadochit (SO^3, P^2O^5, $\dddot{Fe}$, Wasser), Svanbergit (SO^3, P^2O^5, $\dddot{Al}$, CaO, Na^2O, FeO, Wasser), Beudantit (SO^3, P^2O^5, $\dddot{Fe}$, PbO, Wasser, zuweilen auch Arsensäure) neben Phosphorsäure noch Schwefelsäure enthalten. (Ueber Beudantit von Dernbach bei Horhausen s. Pyromorphit.)

Umänderungen der sekundären Phosphate.

Isoklas.

Nach Sandberger ändert sich der farblose trikline Isoklas ($4\ CaO + P^2O^5 + 5$ aq) von Joachimsthal in eine matte schneeweisse Substanz um, in welcher der Kalkgehalt fast vollständig durch Magnesia und Natron ersetzt wird und der Wassergehalt sich ändert.[4])

Grüneisenerz (Kraurit).

Aus Grüneisenerz der Grube Hrbek bei St. Benigna, Böhmen, entsteht Vivianit, der sich in Beraunit umwandelt. Eine andere Reihe sekundärer Gebilde umfasst Picit, Kakoxen.[5])

Nach Frenzel liefert Grüneisen durch Abgabe der Phosphorsäure Brauneisen, so dass die sternförmigen Parthien zuweilen von einem braunen Ring umgeben sind. Frenzel führt Pseudomorphosen von Grube Thekla bei Hauptmannsgrün, Voigtland, an.[6]) Diesterweg fand in dem gelben Verwitterungsprodukt des strahligen Grüneisens vom Hollerter Zug, Siegen, Abnahme der Phosphorsäure und Zunahme des Wassers, so dass nur noch $6{,}25$ pCt. Phosphorsäure neben $80{,}08$ pCt. Eisenoxyd und $14{,}06$ pCt. Wasser vorhanden waren.[7])

[1]) Th. Petersen. Jhb. Miner. 1871. 353. Variscit von Messbach bei Plauen; Coeruleolactin aus Katzenellnbogen. Ein dem letzteren ähnliches Mineral fand Genth in Chester Co., Penn., s. E. Dana. Sec. Appendix to Dana's Miner. p. 13. — [2]) Vgl. v. Zepharovich Jhb. Min. 1867. 857. Boricky. ib. 1868. 81. u. 1870. 229. — [3]) Von Schrauf 1874 in Moravitza, Banat, gefunden, $4\ CuO + P^2O^5 + 5$ aq. — [4]) Jahrb. Mineral. 1870. 306. 589. 988. — [5]) v. Zepharovich. Miner. Lex. f. Oesterr. II. 117. — [6]) Miner. Lex. f. Sachsen. 178 und 186. — [7]) Jahrb. Miner. 1864. 177.

Barrandit.

Die Umwandlung des Barrandites in Trenic und Komorsko, Böhmen, verläuft nach Boricky durch Picit, Kakoxen in Limonit.[1])

Libethenit ($Cu^4 P^2 O^9$ + aq).

In Libethen kommt nach Sillem Libethenit umhüllt und zum Theil umgewandelt in Kieselkupfer vor.[2])

Vivianit.

Farblosen Vivianiten ($3 Fe O + P^2 O^5 + 8$ aq) mengt sich durch Oxydation Eisenoxydphosphat ($3 Fe O^3 + 2 P^2 O^5 + 16$ aq) ein, daher blaue, grünliche, braune Färbung und Opakwerden; endlich verwandelt sich der Vivianit ganz in grünen oder braunen Beraunit (Eisenoxydphosphat mit Wasser). Die letztere Verbindung (Grube Hrbek bei Zbirow) besitzt noch die Form des Vivianites.[3]) Tschermak fand auch in Eisenerz, Steiermark, Beraunit nach Vivianit,[4]) Greg in Wheal Jane bei Truro, England, Beraunit neben frischem und unverändertem Vivianit.[5]) Breithaupt sah an dem in den Cardiaceen bei Tschedulek, Kertsch, vorkommenden Vivianit deutliche Uebergänge in Beraunit, welcher die Spaltbarkeit vollkommen beibehalten hat.[6]) Hier liegt einfache Verwitterung vor.

Blum erwähnt Pseudomorphosen in Stilpnosiderit von Bodenmais, welche theilweise hohl und im Innern nierenförmig sind. Hier ging also der ganze Phosphorsäuregehalt verloren.[7]) Die von dort durch Blum erwähnten umgewandelten Zwillinge sind nach Gümbel (l. c.) umgewandelte Harmatome. Ficinit nach Ficinus = $12{,}_{82}$ pCt. $P^2 O^5$, $4{,}_{07}$ pCt.; $S O^3$; $58{,}_{85}$ pCt. Fe O; $6{,}_{82}$ pCt. Mn O; $0{,}_{17}$ pCt. Ca O, $0{,}_{17}$ pCt. Si O^2 und $16{,}_{87}$ pCt. Wasser, ist nach Gümbel ein Gemenge, das aus der Umwandlung des Vivianites am Silberberg bei Bodenmais hervorgeht.[8])

5. Borate, Wolframite, Vanadate, Molybdate, Tantalate, Niobate.

Boracit ($Mg Cl^2 + 6 Mg O + 8 \ddot{B}$).

Nach Volger beginnt auf den Kanten der Dodekaederflächen die Bildung eines minder säurereichen und wasserhaltigen Magnesiaborates, des Parasites,

[1]) Wien. Akad. Ber. (1) 59. 591. 1869. — [2]) Jahrb. Miner. 1852. 520. = Blum. Pseudom. II. 122. — [3]) Breithaupt. Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1853. 402. Tschermak. (Wien. Akad. Ber. 49. 344. 1864) fand auf den Beraunitnadeln stilpnosideritähnliche Ueberzüge. Auch Ludlamit wird an der Luft zu Oxyd-Oxydulphosphat. — [4]) Wien. Akad. Ber. 53. 530. 1866. — [5]) Dana. Miner. 558. — [6]) Jahrb. Miner. 1854. 174. = Blum. Pseudom. III. 193. — [7]) Pseud. I. 112. Sillem. Jahrb. Miner, 1852. 530. — [8]) Gümbel. Ostbayer. Grenzgeb. 257.

so dass faserförmige Krystalle desselben von jenen Flächen aus senkrecht gegen das Innere des Krystalls anschiessen. Bei Fortschritt der Umbildung werden die Krystalle trübe, endlich wandelt sich der ganze Boracitkrystall in eine eigenthümliche Gruppe von Parasitnadeln um.[1])

E. Geiniz fand, ebenso wie Volger, die Krystalle von Lüneburg aus einem scharf abgegrenzten Kernkrystall und einer Schale von Fasern, welche senkrecht zu den Flächen stehen, bestehend. Flächen, parallel der Würfelfläche angeschliffen, zeigen den Kern in 4 Felder getheilt, gebildet aus Fasersystemen, welche senkrecht auf die Granatoederflächen stehen und gradlinig in einem Diagonalkreuz enden. Die Nadeln polarisiren, sind aber nicht Krystalle. Unabhängig von diesen Fasersystemen liegen in frischen wie verwitterten Krystallen in den unter den Granatoederfläehen liegenden Dreiecken farblose, spiessige, polarisirende Nadeln. E. Geinitz hält die Boracitsubstanz für doppeltbrechend.[2]) G. Rose deutete an, dass die senkrechten Fasern vielleicht Pseudomorphosen von Stassfurthit seien, der nach Rammelsberg heteromorph mit Boracit ist.

Tschermak fand auch die ganz klaren Boracite von Stassfurth zum grössten Theil aus ungemein feinen Blättchen und Fasern zusammengesetzt, welche optisch zweiaxig und mit Volger's Parasit zu identificiren sind. Die feinen regelmässig angeordneten Krystalle stehen senkrecht zur Würfelfläche.[3])

Einwirkung von Lösungen auf Wolfram.

Wolfram $\left.\begin{matrix}Mn\\Fe\end{matrix}\right\} WO^4$ und andere Wolframsäure enthaltende Mineralien liefern Wolframocker (WO^3).

Scheelit nach Wolfram findet sich in Ehrenfriedersdorf, Schlaggenwald, Zinnwald. Der Scheelit dringt auf Klüften und Spalten in das Innere, welches Hohlräume zeigt; die schalige Absonderung ist soweit erhalten, dass sich die Schalen leicht von einander ablösen.[4]) Nach Frenzel bestehen bei den Pseudomorphosen von Zinnwald die Domen noch aus Wolfram, während die prismatischen Flächen in Scheelit umgewandelt sind.[5])

Nach Zerrenner wird der Ferberit der Sierra Almagrera, Spanien, in Brauneisen umgewandelt.

Sillem fand in Zinnwald[6]) einen in Quarz umgeänderten Wolframkrystall, dessen Kanten und Streifung vollkommen erhalten blieb.

Bräunliche strahlige Wolframmassen von Schlaggenwald, deren Individuen von einem Mittelpunkt auslaufen, sind von diesem aus in weisses blättriges oder schuppiges Steinmark, Nakrit, umgewandelt. Bisweilen sind einzelne Individuen oder deren Spitzen noch unversehrt. Apatit und Flussspath, welche

[1]) Blum. Pseudom. III. 47. — [2]) Jahrb. Miner. 1876. 484, wo die umfangreiche Litteratur angeführt ist, und ib. 1877. 394. — [3]) Miner. Mitth. 1872. 59. — [4]) Blum. Pseud. II. 67; III. 119; Jahrb. Miner. 1868. 809. Sillem. Jahrb. Miner. 1851. 391. und 1852. 518. — [5]) Miner. Lex. f. Sachsen. 284. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 395. und 1852. 527. = Blum. Pseud. II. 98.

dort mit dem Wolfram vorkommen, wenngleich meist späterer Bildung als dieser, werden in den Verdrängungsprocess hineingezogen.[1]) In den sächsischen Zinnerzgängen, wo Gilbertit in die Zwischenräume der Zinnerz- und Wolframpartien eindringt, fand Frenzel Gilbertit als Einschluss im Wolfram.[2])

Nach Blum ist der Karpholith von Schlaggenwald ein veränderter strahliger Wolfram. Karpholith ($H^4 \overset{II}{R} \overset{VI}{R} Si^2 O^{10}$, $\overset{II}{R}$ = Mn und Fe, $\overset{VI}{R}$ = Al und Fe) geht in Nakrit über, so dass er ein Mittelglied zwischen Wolfram und Nakrit bilden dürfte.[3])

Strahlkies nach Wolfram von Schlaggenwald entstand nach Blum[4]) so, dass zuerst ein feiner Ueberzug gebildet ward, dann drang der Strahlkies zwischen die Schalen und in der Richtung der deutlichen Spaltbarkeit des Wolframs ein. Wenn der Wolfram ganz verschwunden ist, erscheint das Innere der Pseudomorphosen völlig zellig und porös.

Veränderungen des Scheelits ($Ca O W O^3$).

Am Scheelit von der Knappenwand, Untersulzbachthal, fand v. Zepharovich Aetzungsanzeichen.[5])

Vielleicht durch Einwirkung von sauren Vitriolwässern, welche aus verwitternden Eisenkiesen entstanden, nimmt der Scheelit von Meymac, Corrèze, nach A. Carnot gelbe oder grünlichgelbe Färbung an unter Beibehaltung der Spaltungsrichtungen und wandelt sich dann in eine weiche, gelbe oder bräunliche Masse um, Meymacit, der nach Abzug von Scheelit und Brauneisen aus $W O^3 + 2$ aq oder $2 W O^3 + 5$ aq besteht.[6]) Nach Rammelsberg ist dieser Wolframocker zu unrein, um über Zugehörigkeit des Wassers zu entscheiden.[7])

Wismuthspath nach Scheelit führt Frenzel aus den Minen bei Guanajuato an,[8]) Quarz nach Scheelit Nöggerath[9]) und Sillem[10]) aus Zinnwald, Nakrit nach Scheelit Sandberger aus Ehrenfriedersdorf. Die rauhen, hohlen, aus Nakritaggregaten gebildeten, quadratischen Pyramiden sitzen auf violettem Flussspath und sind das jüngste Gebilde der Druse.[11])

Pseudomorphosen in grünlichen Gilbertit, welcher nur auf Zinnerzgängen vorkommt, führt Frenzel[12]) aus Sachsen an. Gilbertit (sp. G. $2{,}_{82}$) ist älter als der mit ihm vorkommende Nakrit (s. Apatit).

Wolfram nach Scheelit findet sich in Ehrenfriedersdorf;[13]) in Wheal Maudlin, Cornwall;[14]) Lane's Mine, Monroe, Connecticut.[15]) Die Krystalle be-

[1]) Blum. Pseud. II. 99. 137. cf. Reuss. Jahrb. Miner. 1861. 78. — [2]) Jahrb. Miner. 1873. 795. — [3]) Pseudom. II. 103. — [4]) ib. III. 248. — [5]) Min. Lex. f. Oesterr. II. 281. — [6]) Compt. rend. 76. 638. 1874. — [7]) Handbuch d. Mineralchemie. II. 179. — [8]) Jhb. Miner. 1873. 800 und 946. Ein Theil der Pseudomorphose rührt vielleicht von Wulfenit her. — [9]) Blum. Pseudom. 238. — [10]) Jahrb. Miner. 1851. 330 und 1852. 526. = Blum. Pseudom. II. 95. — [11]) Jahrb. Miner. 1867. 80. — [12]) Jahrb. Miner. 1873. 796. — [13]) Blum. Pseudom. 211. Nach Haidinger. Pogg. Ann. 11. 381. — [14]) ib. III. 195. — [15]) Ann. min. (6) 16. 537. 1869.

stehen zum Theil ganz aus Wolfram, theils aus einem Gemenge von Scheelit und Wolfram und haben dann rauhe, wie zerfressene Oberfläche. Kalk wurde durch Eisen- (Mangan)- Oxydul ersetzt.

Kupferhaltige Scheelite (5,10 pCt. Cu O) von Llamuco bei Santiago, Chile, erhalten nach Domeyko amorphe grüne Krusten von Cuprotungstit, welche fast nur aus wasserhaltigem, halbwolframsaurem Kupferoxyd bestehen.

Veränderungen der Vanadate.

Nach Greg und Lettsom kommt in Wanlockhead Kieselzink nach Vanadit ($Pb\,Cl^2 + (9\,Pb\,O + 3\,V^2\,O^5)$ vor,[1]) nach Heddle in Leadhills Kieselzink (Calamin) nach Vanadinit.[2])

Veränderungen der Molybdate.

Gelbbleierz (Wulfenit, $Pb\,O\,M\!\!\!\;'\,O^3$) liefert nach Höfer[3]) in Bleiberg, Kärnten, blauschwarzes, meist erdiges, molybdänsaures Molybdänoxyd, Ilsemannit, in Folge der Einwirkung von Schwefelsäure, die sich in manchen Stücken frei nachweisen liess.

Hohle Perimorphosen von Quarz nach Wulfenit erwähnt v. Zepharovich aus Przibram.[4])

Veränderungen der Tantalate und Niobate.

Nach Nordenskiöld[5]) findet sich auf Tantalit (tantal- und niobsaurem Eisenoxydul) von Pennikoja, Somero, Finnland, ein bräunlicher Tantalocker.

Yttrotantalit und Fergusonit zeigen sehr schwankende Wassermengen, so dass das Wasser sehr wahrscheinlich erst später hinzugetreten ist.[6]) Beide sind Niobate und Tantalate.

Auch im Euxenit (Niobat und Titanat) ist der Wassergehalt vielleicht accessorisch. Im Pyrochlor (Niobat, zum Theil mit Titan- und Thorsäure) wechselt der Wassergehalt ziemlich bedeutend. Ist diese Erscheinung durch Verwitterung bedingt?

Nohlit (mit 4,62 pCt. Wasser) ist vielleicht ein Verwitterungsprodukt des Samarskites (wesentlich Niobat).

Mit Euxenit und Samarskit kommen nach L. Smith[7]) im nördlichen Carolina, und vielleicht auch aus ihnen entstanden, die wasserhaltigen Mineralien Hatschettolith und Rogersit vor, letzterer wesentlich niobsaure Yttererde mit 17,41 pCt. Wasser, ersterer uranhaltig.

[1]) Blum. Pseudom. III. 236. — [2]) ib. III. 279. = Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [3]) Jahrb. Miner. 1871. 556. — [4]) Miner. Lex. f. Oesterr. II. 346. — [5]) Dana. Miner. 188. — [6]) Rammelsberg. Mineralchemie. II. 363. — [7]) Amer. J. of sc. (3) 13. 367. 1877 = Jahrb. Miner. 1877. 728.

6. Oxyde und Oxydhydrate.

Complicirte Verwitterung von Eisenglanz und Rotheisen.[1]

Umänderung von Eisenglanz in Sideroplesit erwähnt Frenzel von „Gott mit uns" bei Hohentanne, Freiberg,[2] Rotheisen in Eisenkies umgewandelt von Alte Mordgrube und Junge hohe Birke bei Freiberg.[3] Eisenglanz (fraglich) in Eisenkies Tschermak von Felsöbanya. Die auf der Oberfläche feingekörnten, papierdünnen Eisenkiesblättchen lassen regelmässigen Umriss und Winkel von 120° erkennen.[4]

Bonnard fand Quarz geformt nach dem primitiven Rhomboeder des Eisenglanzes im südwestlichen Erzgebirge Sachsens.[5] Frenzel nennt Aue als Fundort.[6]

Die Eisenglanzmassen in Missouri[7] gehen nach aussen in weiches, oft thoniges Rotheisen über. Blair fand in Ridge Ores an der Aussenseite eines im Inneren 97,94 pCt. $\dddot{F}e$, 0,07 pCt. Phosphorsäure, 0,69 pCt. $Si\,O^2$, 1,17 pCt. $\dddot{Al}$ enthaltenden Eisenglanzblockes

$\dddot{F}e$	$Si\,O^2$	gebundenes Wasser	S	$P^2\,O^5$	
88,87	8,39	3,09	Spur	0,21	= 100,06

Also eine bedeutende Zunahme von Kieselsäure und Phosphorsäure, auch Eisenoxydulkarbonat findet sich ein.

Umwandlung von Rotheisen in Stilpnomelan fand Grandjean im Rotheisensteinlager der Grube Friederike bei Kirschhofen. Meist von der Klüftung ausgehend.[8]

Blum erwähnt vom Gotthard mit und auf Quarz vorkommende Pseudomorphosen von Chlorit nach Eisenglanz. Die innen lauchgrünen, aussen bräunlichen und wenig glänzenden Krystalle sind ziemlich glatt und eben.[9]

G. vom Rath fand im Binnenthal Rutil in Formen des Eisenglanzes. Das Innere stellt sich als ein feinkörniges Gemenge von Rutilsubstanz dar, welches nahe der Oberfläche in die regelmässig gruppirten Krystalle übergeht.[10]

Umwandlungen des Magneteisens.

Feinkörnigen Kupferkies nach Magneteisen in Chloritschiefer führt Reuss an.[11]

Vielleicht gehört hierher der vereinzelt im Magneteisen bei Morawitza, Banat, einbrechende feinfaserige oder dünnstengelige, dunkelgrüne Ludwigit[12] $= 3\,Mg\,O\,B^2\,O^3 + Fe\,(Mg)\,O\,Fe^2\,O^3$. Nach Berwerth ändert er sich in braunrothes Mineral um, das wesentlich aus Brauneisen besteht und nur noch 0,80 pCt. Borsäure enthält.[13]

[1] Vergl. auch einfache Verwitterung. — [2] Mineral. Lex. f. Sachsen. 290. — [3] ib. 249. — [4] Wiener Akad. Ber. 49. 340. 1854. — [5] Miner. Taschenb. f. 1822. 16. 515. [6] Miner. Lex. f. Sachsen. 261. — [7] Pumpelly. Geol. Survey of Missouri. 1873. 79. Nach Delesse et de Lapperent. Revue de géol. 12. 199. 1876. — [8] Jahrb. Naturkunde. Nassau. 7. 222. 1851. — [9] Pseudom. III. 233. — [10] Groth. Zs. f. Krystallogr. u. Miner. I. 13. 1876. — [11] Wien. Akad. Ber. 10. 68. 1853. — [12] Tschermak. Min. Mitth. 1874. 59 und 1875. 42. — [13] ib. 248.

Es ist nicht bekannt, aus welcher Quelle die Borsäure stammt.

In abwechselnden Lagen mit feinkörnigem Magneteisen zu Antonio Pereira, Minas Geraes, Brasilien, fand von Eschwege blumenstraussartig gruppirte Faserbündel von grau- und gelblichockerbraunem Anthosiderit. Er zersetzt sich nicht vollkommen mit Salzsäure, enthält nach Schnedermann $2\ddot{F}e + 9SiO^2 + 2aq.$, nach Wöhler wasserfreies Eisenoxydsilikat,[1] nach Fischer[2] Magneteisen eingemengt. Nach Fischer besteht der Anthosiderit aus Faserbündeln, welche bei gekreuzten Nicols farbig werden, und lichtgelben Körnern, welche hell bleiben.[2] Das Mineral verdient erneute Untersuchung, namentlich in Bezug auf sein Hervorgehen aus Strahlstein.

In Ophiten, Basalten und anderen Gesteinen sah Michel-Lévy das Magneteisen von Biotit umgeben, der dieselbe Rolle spielt wie Sphen beim Titaneisen.[3]

Chlorit nach Magneteisen, in einem Gemenge von wenig Quarz und vielem Kalkspath liegend, fand Sillem am Büchenberge bei Elbingerode und im Chloritschiefer von Schwarzenstein, Zillerthal. Die porösen Magneteisenkrystalle, deren Poren mit Chloritmasse erfüllt sind, aus dem Pfitschthal, betrachtet er als erstes Stadium der Umwandlung und die mit Chlorit bedeckten Magneteisenkrystalle von Fahlun als noch nicht vollendete Pseudomorphosen. Hier ist der Chlorit nicht scharf vom Magneteisen gesondert, die Flächen des ursprünglichen Krystalls sind rauh und zerfressen, und auch im Innern scheint das Magneteisen zersetzt zu sein.[4] Blum bestätigt das Fahluner Vorkommen; er fand dort ausser vollständiger Verdrängung durch Chlorit auch Magneteisen durch ein Gemenge von Chloritblättchen und Eisenkies ersetzt oder die Oberfläche aus einer Lage von Magnetkies gebildet, auf welcher dünne Chloritblättchen lagen. In Berggieshübel überzieht Chlorit nicht allein die Krystalle, sondern dringt auch in das Innere ein; unter der feinschuppigen Chloritrinde ist der Magneteisenkern rauh und auf der Oberfläche weich.[5]

Volger fand in obenangeführten Pseudomorphosen vom Büchenberg nicht die geringste Spur von Magneteisen und hält sie für Pseudomorphosen nach Kalkspath.[6]

Fraglich gehörten hierher die folgenden Mineralien.

Als Ekmannit führt Igelström ein chloritähnliches, blättriges, grünes Mineral auf, das durch Oxydation schwarz wird. Es findet sich im Magneteisen der Grube Brunsjö bei Grythyttan, Schweden, in Adern und Bändern von dichter oder kleinblättriger Struktur. Bisweilen enthält es Kalkspath und gibt beim Erhitzen bituminösen Geruch. Die Mengen von Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia wechseln und verschwinden bis auf Spuren; Manganoxydul ist reichlich vorhanden.[7]

[1]) Hausmann. Mineralogie. I. 724. 1847. — [2]) Jahrb. Miner. 1869. 344. — [3]) Bull. géol. (3) 6. 164. 1878. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 329. 396. 400; 1852. 523. = Blum. Pseud. II. 106. — [5]) Blum. Pseudom. II. 107 u. 108. — [6]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Miner. 1854. 112. — [7]) Dana. Miner. 490. und Jahrb. Miner. 1867. 361. aus Oefv. Akad. Stockholm. 1865. Es liegen noch 2 wenig abweichende Analysen vor.

1. blättrige, grasgrüne Varietät;
2. lauchgrün, blättrig;
3. grasgrün, körnig dicht;
4. graulichweiss, strahlig.

	1	2	3	4
$Si O^2$	34,30	40,30	37,07	36,42
$\dddot{Al}$	Spur	5,08	5,85	1,07
$\dddot{Fe}$	4,97	3,60	—	4,79
Fe O	35,78	25,51	38,20 }	24,27
Mn O	11,45	7,13	}	21,56
Mg O	2,99	7,64	6,32	Spur
Ca O	—	—	2,73	Spur
Wasser	10,51	10,74	9,71	9,91
	100,00	100,00	99,88	99,02

Eine chemische Formel lässt sich nicht aufstellen.

Der derbe Melanosiderit, Mineral Hill, Delaware Co., Pennsylvanien, nach Cooke nahe zu $4 \ddot{R} + Si O^2 + 6$ aq. ($\ddot{R} = 12 \dddot{Fe} + 1 \dddot{Al}$) ist vielleicht ein Gemenge.[1]

Umwandlungen der Mineralien der Spinellgruppe.

Ceylanit ($\overset{II}{R}\overset{VI}{R} O^4$, $\overset{II}{R} =$ Mg, Fe, Mn; $\overset{VI}{R} =$ Al, Fe) wandelt sich um in Speckstein, Houghit, Hydrotalkit, Völknerit, Serpentin, Glimmer und in andere nicht homogene Produkte.

In Hodritsch fand Haidinger Theile von Pleonastkrystallen durch Steatit ersetzt.[2] In Warwick, Orange Co., New York, kommen weiche Krystalle vor, welche zum Theil aus Speckstein oder Serpentin bestehen. Blum[3] beschreibt von dort unebene, fleckig gefärbte, gerundete Krystalle, welche aus Serpentin bestehen. In Speckstein (der wahrscheinlich aus Hornblende entstand) eingewachsene Oktaeder von Newton, New Jersey, sind zugerundet, blassgrünlich oder gelblichweiss und bestehen aus Speckstein.[4] Bei Oxbow und Somerville, St. Lawrence Co., New York, findet man alle Uebergänge von reinem Spinell zu Oktaedern mit gerundeten Ecken und mit narbiger unregelmässiger Oberfläche und zu abgeplatteten Körnern. Die Oberflächen sind oft weich ($H = 2,5$) und verändert, während Ecken und Kanten noch die Härte des Spinells ($= 8$) haben. Oft ist noch ein Rest des Spinells erhalten.

Diese weissen Pseudomorphosen in „Houghit" enthalten nach Abzug von 8,26 pCt. Spinell und 3,02 pCt. Kieselsäure nach Johnston[5] 22,26 pCt. Thonerde, 40,91 pCt. Magnesia, 9,53 pCt. Kohlensäure, 27,32 pCt. Wasser. Bisweilen ist der Wassergehalt noch grösser. Der ähnlich zusammengesetzte Hydrotalkit aus Snarum und Völknerit aus Schischimsk, Ural, enthält im Mittel 18 pCt. $\dddot{Al}$ (oder 12 pC. $\dddot{Al}$ und 7 pCt. $\dddot{Fe}$), 37 pCt. Mg O, während Gehalt an Kohlensäure und

[1]) Jahrb. Miner. 1875. 651. — [2]) Jahrb. Reichsanst. 4. 183. 1853. — [3]) Pseudom. I. 78. — [4]) Blum. Pseudom. 114. — [5]) Dana. Mineral. 179.

Wasser sehr wechseln. Nach Rammelsberg[1]) sind Houghit, Völknerit und Hydrotalkit Gemenge von Thonerdehydrat und wasserhaltigen Magnesiakarbonaten.

Im Toal della Foja, Südabhang des Monzoni, finden sich mit Fassait verwachsene, rauhe, rissige, glanzlose, umgeänderte Ceylanitoktaeder, welche Blum irrthümlich als Speckstein bezeichnet.[2]) Sie enthalten, in wenig constanter Zusammensetzung, nach Marignac a, nach Stadler b, nach Hlasiwetz[3]) c

	a	b	c
$Si O^2$	$31{,}10$	$37{,}5$	$31{,}43$
$\dddot{Al}$	$17{,}50$	$15{,}7$	$17{,}50$
$\dddot{Fe}$	$2{,}76$	$4{,}6$	$2{,}64$
$\dddot{Mn}$	—	$1{,}7$	—
Mg O	$29{,}69$	$25{,}8$	$12{,}28$
Ca O	$5{,}56$	$8{,}7$	$30{,}20$
Wasser	$13{,}67$	$6{,}0$	$5{,}72$
	$100{,}28$	$100{,}0$	$99{,}77$

Hlasiwetz fand das Umänderungsprodukt c nicht homogen, innen härter, Kenngott beobachtete im Innern Kalkspathkörner. Roth fand $30{,}85$ pCt. Kieselsäure, $8{,}50$ pCt. Wasser. Kieselsäure und Kalk, welche den Ceylaniten fremd sind, mögen aus dem Fassait zugeführt sein.

Nach Sillem kommen in Fassait umgewandelte Pleonastoktaeder vor,[4]) welche nach vom Rath wahrscheinlich aus dem Val Pesmeda, Monzoni, stammen. Nach vom Rath geht durch Verwitterung die fast schwarze Farbe des dortigen Ceylanites in Grün[5]) über. In Val Pesmeda[6]) fand er (in dem Muttergestein der Monticellit-Pseudomorphosen) Spinelle zum grossen Theil in Serpentin umgeändert. Blum führt Umänderung in Glimmer von Coquimbo, Chile, an. Der gelbe, vor dem Löthrohr unschmelzbare Glimmer scheint nicht unmittelbar aus Spinell, sondern durch eine Zwischenstufe entstanden.[7])

Wirkung von Lösungen auf Franklinit.

In Spalten und Hohlräumen einer Breccie zu Stirling Hill, New-Jersey, welche aus Quarzkörnern und den Verwitterungsprodukten benachbarter Zinkerze und Franklinite ($ZnO, FeO, MnO + \dddot{Fe} (\dddot{Mn})$) besteht, tritt Chalkophanit in bläulichschwarzen Rhomboedern, blättrig, stalaktitisch auf. Nach G. E. Moore bestehen die Krystalle (sp. G. $3{,}907$) und ähnlich die Stalaktiten aus

Zn O	Mn O	$Mn O^2$	$\dddot{Fe}$	Wasser	
$21{,}70$	$6{,}58$	$59{,}94$	$0{,}25$	$11{,}58$	$= 100{,}05$,

etwa nach der Formel $\dot{R} O + 2 Mn O^2 + 2$ aq., $RO = \frac{1}{4} Mn O + \frac{3}{4} Zn O$.[8])

[1]) Handb. Mineralchem. II. 138. 1875. — [2]) Blum. Pseudom. 115. — [3]) Kenngott. Uebers. mineral. Forschungen f. 1858. 147. — [4]) Jahrb. Miner. 1852. 525. = Blum. Pseudom. III. 276. — [5]) Zs. geol. Ges. 27. 381 und 395. 1875. — [6]) l. c. 384 = Pogg. Ann. 155. 26. 187. — [7]) Jahrb. Miner. 1865. 262. — [8]) Fittica. Jahresber. Chem. f. 1875. 1209 aus Amer. Chemist.

Umänderung von Automolith.

Websky erwähnt aus Querbach, Schlesien, Automolith unter Beibehaltung der Form in dichte Zinkblende umgewandelt, nur der Kern der Krystalle blieb unverändert.[1])

Umänderung von Chromeisen.

Nickelsmaragd (Texasit) ($3\,NiO + CO^2 + 6\,aq.$) findet sich als grüner, sehr feinkrystallinischer Ueberzug auf nickelhaltigem Chromeisen (Gemenge von Chromeisen und nickelhaltigem Magneteisen?) in Texas, Pennsylvanien; Swianess, Unst; Pregratten, Tyrol, und sonst.

Nach Landerer überzieht sich Chromeisen des Serpentins der Insel Skyro und der Insel Tino mit einem dunkelgrünen Ueberzuge, Prasochrom, welcher Chromoxyd und Kalkerde enthält.[2])

Umwandlungen in Serpentin finden sich nach Heddle auf der Insel Unst, Nordseite des Baltasundes.[3]) Auf Chromeisen von Monterey Co., Californien, kommt nach E. Goldsmith grüner Trautwinit vor, bestehend aus $21{,}_{78}$ pCt. $Si\,O^2$; $38{,}_{89}$ pCt. $\ddot{\text{Gr}}$; $13{,}_{29}$ $\dddot{\text{Fe}}$; $0{,}_{81}$ pCt. $\ddot{\text{Al}}$; $18{,}_{58}$ pCt. Ca O und $0{,}_{11}$ pCt. Mg O.[4])

Rhodochrom mit $5{,}_5$ pCt. $\ddot{\text{Gr}}$, nach G. Rose dichter Kämmererit, findet sich am Ural, Insel Tino und in Gulsen bei Kraubat auf Chromeisen; ähnlich kommt in Texas, Lancaster Co., Pennsylvanien, und sonst Nickelgymnit (etwa $4\,Ni\,OMg\,O + 3\,Si\,O^2 + 6\,aq$) auf nickelhaltigem Chromeisen vor. Das Vorkommen von Webster, Nordcarolina, ist etwa $Mg\,O\,Ni\,O + Si\,O^2 + aq.$ Auf nickelhaltiges Chromeisen ist auch der Garnierit zu beziehen, der sich mit Chromeisen und Steatit im Serpentin bei Noumea, Neucaledonien, als apfelgrünes, amorphes, wasserhaltiges Nickeloxydul-Magnesiasilikat mit sehr wechselnder chemischer Zusammensetzung findet.[5]) Ein ähnliches Silikat kommt nach Meissonier[6]) auch in Malaga vor.

Umänderung von Titaneisen.

Nach Blum wandelt sich Ilmenit von Reichenstein fast vollständig in Talk um; einige Krystalle sind porös und enthalten Bitterspath.[7])

Sphen auf Kosten von Titaneisen gebildet erwähnt Volger aus dem Pfitschthal[8]) (vergl. S. 100), Perimorphosen von Hyalit Trippke aus Doleritbasalt des Breitenberges bei Striegau.[9])

[1]) Zs. geol. Ges. 5. 435. 1853. — [2]) Jahrb. Miner. 1850. 682. Nach Des Cloizeaux (Minér. II. 126) erdiger, durch Chromoxyd gefärbter Kalküberzug. Pennit (Hermann) auf Chromeisen von Texas ist ein Gemenge von 30 pCt. Hydromagnesit (mit etwas Nickeloxyd) und etwa 70 pCt. Dolomit. — [3]) Blum. Pseudom. III. 286. = Phil. Mag. (4) 17. 42. 1859. — [4]) E. Dana. Sec. App. to Dana's Min. 56 aus Proc. Acad. Philad. 1873. 9. 348. 365. — [5]) ib. 23. Analysen auch von Typke. Chem. News. 34. 193. 1876. — [6]) Compt. rend. 83. 229. 1876. — [7]) Pseudom. III. 214. — [8]) Studien zur Entwickelungsgesch. der Mineralien. 1854. 518—521. — [9]). Zs. geol. Ges. 30. 156. 1878.

Umwandlungen von Brauneisen.

Sillem fand am Büchenberg bei Elbingerode nierenförmig strahliges Brauneisen mit Beibehaltung der Struktur in blättrigen Chlorit umgewandelt, die Durchgänge der Lage der Fasern des Brauneisens entsprechend. Im Innern der kugeligen Absonderungen liegt eine mit Chloritschuppen gemengte Masse gelblichbraunen Eisenockers. Aussen ist ein Ueberzug theils von Eisenocker, theils von mehr dichtem Brauneisen vorhanden.[1]) Ebenda fand er auch „kleine nierenförmige Massen von Brauneisen, jetzt aus Chlorit bestehend, in Kalkspath eingewachsen. Ihre Zusammensetzung ist schalig, um den mehr dichten Kern liegt eine Lage blättrigen Chlorites, die Blätter concentrisch strahlig, wie früher die Strahlen des Brauneisens. Zwischen Kern und äusserer Lage liegt etwas Kalkspath."[2])

Nach Volger existiren diese Pseudomorphosen nicht, es sind vielmehr Verdrängungspseudomorphosen von Chlorit nach Kalkspath[3]) (s. diesen).

Umänderung von Pyrolusit.

Bei Ilmenau kommt nach v. Fritsch Gelbeisenerz (Xanthosiderit) pseudomorph nach Pyrolusit vor. Radialstrahlige Aggregate von Krystallnadeln bestehen zuweilen halb aus Pyrolusit, halb aus Xanthosiderit, und die Grenze beider Mineralien ist gewöhnlich ganz scharf.[4]) (s. bei Eisenspath.)

Umänderung von Psilomelan.

Quarz in der nierenförmigen Gestalt des Psilomelans von Sidonie Spathgang bei Schneeberg erwähnt v. Zepharovich. Die Pseudomorphosen sind mehr oder weniger dicke, krummschalige, faserige Quarzrinden, gegen innen mit Kryställchen besetzt.[5]) Traubigen Psilomelan in Quarz umgewandelt fand Heddle in Leadhills.[6])

Psilomelan von Steinmark verdrängt führt v. Zepharovich[7]) aus Zlamnaha bei Miröschau, Böhmen, nach Reuss an.

Umwandlungen des Brucites.

In Dolomit eingeschlossenen Brucit fand J. D. Dana ebenso wie den Dolomit in apfelgrünen Serpentin umgeändert in Tilly Fostermine, Putnam Co., New York. Die faserige Struktur des Brucites lässt sich hier und da in den Serpentin verfolgen.[8])

Nach Genth ist Marmolith eine Umwandlung des Brucites in Serpentin.[9]) Nach Volger ist Brucit von Hoboken in Marmolith umgewandelt.[10])

[1]) Jahrb. Miner. 1851. 329. 396. und 1852. 524. Vgl. bei Kalkspath. — [2]) ib. 329. — [3]) Studien zur Entwickelungsgesch. der Miner. 1854. 99. — [4]) Zs. geol. Ges. 12. 139. 1860. — [5]) Jahrb. Reichsanstalt. 5. 434. 1854. — [6]) Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [7]) Min. Lex. f. Oesterreich. I. 325. — [8]) Amer. J. sc. (3) 18. 449. und 453. 1874. — [9]) ib. (2) 33. 203. 1862. — [10]) Talkglimmerfamilie. 1855. 246.

Umwandlungen von Rothkupfererz ($Cu^2 O$).

Ueber die Bildung des Rothkupfers s. auch Kupfersulfurete und Gediegen-Kupfer.

Zu den gewöhnlichen Umänderungen des Rothkupfererzes gehört die durch einfache Verwitterung bewirkte in basische wasserhaltige Karbonate des Kupferoxydes, Malachit und Lasur, und die Umwandlung in Gediegen-Kupfer, das durch Oxydation wiederum Melakonit (Kupferschwärze, Cu O) liefert.

Von den Pseudomorphosen ist die in Malachit häufiger als die in Lasur.

Die Pseudomorphosen in meist dichten, seltner in faserigen oder erdigen Malachit sind gewöhnlich drusig oder rauh, bisweilen innen theilweise hohl oder zeigen trichterförmig vertiefte Flächen. Oft ist noch ein Rest von Rothkupfererz übrig, nicht selten als Kern. Blum führt als Fundorte an: Chessy; Käusersteimel, Westerwald; Grube Alter Grimberg bei Nieder-Dielphen, Siegen; Banat; Gumeschewskische Grube bei Schelesinskoi, Ural; Linios bei Atakama; Australien;[1] Quenstedt den unteren Keupermergel bei Heilbronn; Max Braun Laurium.[2] Bei Ueberzügen mit Psilomelan haben die Pseudomorphosen glattere Formen. Die hohlen Pseudomorphosen zeigen, dass durch die zuerst entstandene Malachitrinde hindurch das Rothkupfererz in Lösung fortgeführt wurde. Zirkel wies nach, dass in Chessy die Umwandlung in scharfer Grenzlinie geschieht, und dass diese durch die Form des Rothkupfererzes vorgeschrieben wird.[3]

Nach G. Rose sind im Ural die Rothkupfererze aus Gediegen-Kupfer entstanden, und die Umwandlung desselben in Malachit geschieht wahrscheinlich immer durch Rothkupfererz. Wo das Rothkupfererz aus Kupferglanz entstand, ist es mit Kupferschwärze und mit Eisenoxyd gemengt, so nach Stöhr bei Landu, Bengalen.[4] Es liefert dort durch Verwitterung Malachit, der oft noch Kerne von Rothkupfererz enthält.

Vollständige oder theilweise Pseudomorphosen in Lasur finden sich nach Blum sparsam in Chessy und im Banat.[5] Seltener kommen in solchen Umwandlungen Lasur und Malachit nebeneinander vor, wie in Chessy.[6] Nach E. Geinitz hat sich meist Lasur erst später in Malachit umgewandelt, der aber auch gleichzeitig mit Lasur gebildet vorkommt.[7]

Hydrocuprit (wohl $Cu^2 O + aq$) nennt Genth einen amorphen orangerothen bis orangegelben Ueberzug auf Magnetit von Cornwall, Lebanon Co., Pennsylvanien. Auch der dortige Chalcotrichit (verzerrte reguläre Krystalle von Rothkupfererz) wird orangefarbig, d. h. ändert sich in Hydrocuprit um.[8]

Diese Umänderung würde demnach nur in Wasseraufnahme bestehen.

Am Lake superior ist das Rothkupfererz in Melakonit (Cu O) umgeändert.[9]

[1]) Pseudom. 36. und III. 31. 33. Haidinger. Pogg. Ann. 11. 181. 1827. — [2]) Jhb. Miner. 1877. 190. — [3]) Mikrosk. Besch. d. Miner. 101. — [4]) Jhb. Miner. 1864. 146. — [5]) Pseudom. 39. und III. 34. Reuss (Wien. Akad. Ber. 10. 61. 1853) fand an den Pseudomorphosen von Chessy Flecke von Malachit. — [6]) Sillem. Jahrb. Miner. 1851. 386. — [7]) Jahrb. Mineral. 1876. 481. — [8]) Dana. Sec. appendix. 28. — [9]) Blum. Pseudom. III. 29. und Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 849. Nach Breithaupt.

Knop fand das Rothkupfererz der Matchlessgrube, Damaraland, oft mit einem Anflug von pulverigem Kupferoxyd bedeckt, der wahrscheinlich aus Gediegen-Kupfer entstanden war.[1])

Umhüllungspseudomorphosen von faserigem Brauneisen und Stilpnosiderit erwähnt Blum von Chessy und von Käusersteimel. Die meist hohlen Pseudomorphosen von Chessy sind bisweilen erfüllt mit Malachit oder mit Steinmark, das sich auch an den Aussen- und Innenwandungen findet. In Käusersteimel ist innen ein Rest Rothkupfer oder Gediegen-Kupfer vorhanden; äusserst selten sind die Pseudomorphosen, auf denen Rothkupfererzoktaeder sitzen, ganz hohl.[2])

Nach Greg und Lettsom[3]) findet sich Kieselkupfer in Formen nach Rothkupfererz in Cornwall, Atakamit in der Algodonbai, Bolivia, nach von Bibra.[4])

Nach Döll[5]) ist Cuprit von Nischne Tagilsk, Ural, in ein lagenweis abwechselndes Gemenge von Kupferkies (daneben etwas Eisenkies) und Braunspath umgewandelt, und diese sind wieder zum Theil zu Covellin und Brauneisen geworden. Hier ist demnach Kupferkies späterer Bildung als Cuprit.

Da Kupferoxydul durch die meisten Säuren in Kupfer und Kupferoxydsalze zerlegt wird, so erklärt sich die Bildung von Gediegen-Kupfer aus Rothkupfererz, welche Knop künstlich nachahmte.

Gediegen-Kupfer nach Rothkupfererz mit Kern von Letzterem beobachtete Blum[6]) in einem Mandelstein der Gegend von Reichenbach bei Oberstein zusammen mit strahligem Prehnit. In der Grube Käusersteimel, Westerwald, zeigen, je nach dem Grade des Ueberzugs mit faserigem Brauneisen oder mit Stilpnosiderit, die Rothkupfererzkrystalle die Umänderung in Gediegen-Kupfer. Zuerst wird Glanz, Farbe und Glätte der Flächen geändert, zugleich der Zusammenhalt aufgehoben, endlich nimmt das ast-, draht- und moosförmige Metall den Raum des früheren Krystalls ein, dessen Form nur noch im Umriss zu erkennen ist.

Nach Sillem[7]) kommt dieselbe Umwandlung in Cuba und Penzance, Cornwall, vor. In Cuba ist die dünne Kupferdecke stellenweise wieder in Malachit umgewandelt. In der Matchlessmine, Damaraland, Südwestafrika, ist nach A. Knop das Rothkupfererz bald mit höchst feinen Dendriten von Gediegen-Kupfer überzogen, bald finden sich diese Dendriten im Innern, und die Krystalle bewahren aussen das frühere Ansehen; die Rinde von Kupferoxydul ist oft nur papierdünn, endlich ist nur Gediegen-Kupfer vorhanden. Durch Porosität, Rauhheit der Oberfläche und Bildung aus Massen-Dendriten weichen diese Pseudomorphosen von echten Kupferkrystallen ab. Die Umänderung beginnt also bald von aussen, bald von innen.[8])

In Nischne-Tagilsk,[9]) Ural, fanden sich Pseudomorphosen von Gediegen-

[1]) Jhb. Miner. 1861. 521. — [2]) Blum. Pseudom. 297. und II. 115. — [3]) Blum. Pseudom. III. 261. (cf. Pseudom. 314.) — [4]) ib. III. 274. und Ber. Wien. Akad. 4. 15. 1852. — [5]) Tschermak. Miner. Mitth. 1875. 32. — [6]) Pseudom. 19. — [7]) Blum. Pseudom. II. 15. Jahrb. Miner. 1851. 385. und 1852. 531. — [8]) Jhb. Miner. 1861. 523. und 547. = Blum. Pseudom. III. 19. Ebenso F. Wibel. Jhb. Miner. 1864. 857. — [9]) Blum. Pseudom. III. 21.

Kupfer nach Rothkupfererz, und hier wie am Oberen See, U. S., lässt sich die Entstehung von Gediegen-Kupfer aus Rothkupfererz verfolgen.

Als weitere Fundorte nennt F. Wibel[1]) Landu, Bengalen; das Perm Russlands; Seligmann Grube Friedrichsegen bei Oberlahnstein.[2])

Hauchecorne erwähnt Pseudomorphosen in Gediegen-Kupfer, auf welcher sich wieder sehr kleine Krystalle von Rothkupfererz gebildet hatten.[3])

A. Schrauf sah Gediegen-Kupfer aus Rothkupfer enstanden von der New-Cornwallmine bei Wallaroo, Australien.[4])

A. Knop leitet gewiss mit Recht die Entstehung von Gediegen-Kupfer aus Rothkupfererz durch Einwirkung von Säuren ab, freier Kohlensäure oder freier Schwefelsäure, wie sie aus verwitternden Kiesen entsteht. Ist Kalk oder Baryt in der Nähe vorhanden, so begleiten im letzteren Falle Gyps oder Schwerspath das Gediegen-Kupfer, wie es im Alten Mann des Rammelsberges[5]) bei Goslar mit Kupferroth und Gyps vorkommt.

Umwandlungen des Korunds.

Korund ($\dddot{A}l$ mit mehr oder weniger $\dddot{F}e$) erfährt eine grosse Reihe sehr verwickelter Umwandlungen, mit denen sich besonders F. A. Genth (Corundum, its alterations and associated minerals in Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia. XIII. 1873) beschäftigt hat.

1. In Spinell.

Krystalle oder krystallinische Massen aus Granit von Hindostan waren von der Oberfläche aus ganz oder zum Theil in schwarzen, körnig krystallinischen Spinell umgewandelt, so dass die Umänderung unregelmässig nach innen fortschritt, oft einen Kern von bräunlichgrauem Korund oder unregelmässig vertheilte Massen übrig liess. Dieselbe Umänderung in schwarzen Spinell findet sich, überall von Chlorit begleitet, bei Unionville, Chester Co., Pennsylvanien; Culsagee und Cullakenee mine, Nord - Carolina; Dudleyville, Tallapoosa Co., Alabama.

Der Spinell von Hindostan (sp. G. $4{,}_{208}$) ergab a direkt, b nach Abzug von Korund

	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	Fe O	Mn O	Mg O	Korund		
a	$48{,}_{87}$	$17{,}_{30}$	$23{,}_{53}$	Spur	$6{,}_{86}$	$4{,}_{31}$	=	$100{,}_{87}$
b	$50{,}_{61}$	$17{,}_{92}$	$24{,}_{37}$	—	$7{,}_{10}$	—	=	100
O =	$23{,}_{59}$	$5{,}_{38}$	$5{,}_{42}$		$2{,}_{84}$	= $28{,}_{97}$: $8{,}_{26}$.		

Um die Spinellformel zu liefern, sind 9 pCt. Korund ($\dddot{A}l$) abzurechnen, so dass der Spinell bestünde aus $45{,}_{81}$ $\dddot{A}l$, $19{,}_{71}$ $\dddot{F}e$, $26{,}_{81}$ Fe O und $7{,}_{81}$ pCt. Mg O. Aehnlich berechnet enthält der Spinell von Culsagee mine neben denselben Be-

[1]) Bildung und Vorkommen von Gediegen-Kupfer und Rothkupfererz. Hamburg 1864. Jahrb. Miner. 1864. 857. — [2]) Verh. Ver. Rh. u. Westf. 1876. 265. Die Oktaeder haben eine nur ½—1 mm starke Hülle von Gediegen-Kupfer und bestehen innen aus einem feinkörnigen Aggregat von Rothkupfererz. — [3]) Zs. geol. Ges. 9. 558. 1857. — [4]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 55. — [5]) Hausmann. Mineral. 1. 210.

standtheilen noch Chromoxyd (bis 3,96 pCt.), das in den Spinellen von Unionville und Dudleyville nur in Spuren vorkommt.

2. In Diaspor.

Korund scheint durch Wasseraufnahme in Diaspor ($\dddot{Al}$ + aq) überzugehen. In Höhlungen massiven Korunds der Culsageegrube kommen Diasporkrystalle vor.

In Campolongo bei Faido sind beide Minerale stets und unmittelbar verwachsen, bisweilen bildet Korund gleichsam den Kern der Diaspormasse.[1] Nach L. Smith sitzt Diaspor auf chinesischem Korund und kommt auf den kleinasiatischen Fundstätten überall mit Korund vor; ebenso in Nord-Amerika.

3. In Gibbsit.

L. Smith fand im Gumuch Dagh, Kleinasien, Gibbsit ($\dddot{Al}$ + 3 aq) als Ueberzug auf Korund und aus ihm wahrscheinlich entstanden.

Die Umwandlung von Korund in Bauxit wird von Genth angeführt. Mir scheint nach seinem Vorkommen Bauxit ein Quellabsatz zu sein, der gelegentlich Korund einschliessen mag.

4. In Quarz.

Auf den Seifenwerken zu Barsowskoi, Ural, zeigt nach Sillem der in den Barsowit eingewachsene Korund die Umwandlung in Quarz, so dass nur noch innen Reste von Korund vorhanden sind. Die Quarzmasse ist concentrisch strahlig, und die nur schwer erkennbaren Individuen würden senkrecht zur Axe stehen.[2]

5. In Zoisit.

In Cullakenee Grube ist der rothe Korund oft von einer dünnen Hülle weissen Zoisites umgeben; bisweilen hat Zoisit ganz den Korund verdrängt, bisweilen ist derselbe zum Theil in Zoisit umgeändert, während das Innere meist aus Margarit besteht, oder in der Zoisitmasse liegen nicht umgeänderte Korundkerne. Nach den Analysen ist das Maximum von $\dddot{Fe}$ in Zoisit 1,62 pCt.

6. In Turmalin.

Genth fand in der Culsagee Grube Pseudomorphosen in Turmalin. Am oberen Ende des Krystalls ist fast aller Korund in schwarzen Turmalin umgewandelt und nur eine $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll starke Hülle von Korund übrig, am unteren Ende ist der Korund, wenngleich mit Turmalin gemengt, noch einen Zoll dick. Blätter von Chlorit durchdringen Turmalin und Korund.

7. In Fibrolith ($\dddot{Al}SiO^2$).

Bei den Janticfällen unfern Norwich, Connecticut, sind die kleinen Sapphirkrystalle vollständig von Fibrolith eingehüllt, der durch Umwandlung aus ihnen entstand.

[1]) vom Rath. Pogg. Ann. 122. 403. 1864. — [2]) Jahrb. Miner. 1851. 404. Vergl. Sillem. Jbh. Miner. 1852. 527.

Am Mineral hill, Delaware Co., Pennsylvanien, zeigen bei Beginn der Umwandlung die braunen Korunde einen grauweissen faserigen Ueberzug von Fibrolith, andere haben noch einen unveränderten Kern von Korund, der endlich auch verschwindet, so dass vollständige Pseudomorphosen entstehen, welche innen eine verworren faserige Struktur zeigen. Auch im Staate Delaware und in Pennsylvanien (Delaware Co.) scheint die Umänderung des Korunds in Fibrolith vorzukommen.

Ein zum Theil in Damourit umgewandelter Korund von Laurens Distrikt, Süd-Carolina, war aussen in Fibrolith umgeändert, dessen Fasern von der Oberfläche nach dem unveränderten Kern gerichtet sind.

8. In Cyanit ($\ddot{Al}\, Si\, O^2$).

Umänderungen des Korunds in Cyanit unter Beibehaltung der Form, Pseudomorphosen in Cyanit, scheinen nicht vorzukommen; wohl Umänderungen, bei denen die ursprüngliche Gestalt verwischt ist. Korund von Swannanoa Gap, Buncombe Co., Nord-Carolina, findet sich von blassblauweissem Cyanit und von Damourit umgeben, welche beide aus Korund hervorgegangen sind. Die Oberfläche des Korunds ist angegriffen.

Auch in Gaston Co. und Rutherford Co., Nord-Carolina, findet sich Korund in Cyanit und Damourit umgeändert; oft ist vom Korund nichts übrig. In den Höhlungen der schlackigen Masse sieht man kleine, mit Brauneisen überzogene Cyanite und Rutile.

9. In Damourit ($H^4 K^2 Al^3 Si^6 O^{24}$).

Nach Genth geht Damourit direkt aus Korund hervor oder indirekt, indem der zuerst aus Korund entstandene Cyanit oder Fibrolith zu Damourit umgewandelt wird. Damourit bildet Ueberzüge über Korund oder ersetzt ihn bis auf einen Korundkern vollständig, so dass Pseudomorphosen entstehen, bisweilen mit pseudofibröser, bisweilen mit schiefriger (slaty) Struktur, bisweilen stehen die Fasern rechtwinklig zum Korund. Im Laurens Distrikt (s. bei Fibrolith) kommt Korund vollständig in gelblichweissen Damourit umgewandelt vor.

Glimmer nach Korund führt Blum[1]) an aus Chester Co., Pennsylvanien. Leslayit ist nach Genth ein Gemenge von Korund und Damourit. Auch Pattersonit (etwa 30 pCt. $Si O^2$, 28 $\ddot{Al}$, 3 $\ddot{Fe}$, 9 Fe O, 17 Mg O, 3 Alkali, 12 pCt. Wasser) soll aus Korund entstehen.

10. In Euphyllit.

Nach Genth ist Euphyllit (etwa 40 pCt. $Si O^2$, 42 pCt. $\ddot{Al}$, 8 pCt. Alkali, 6 pCt. Wasser, Rest Fe O, Mg O, Ca O), ein Veränderungsprodukt des Korunds, das in Unionville und sonst vorkommt.

11. In Chlorit.

Chloritblättchen sind oft im Korund vertheilt, oder Chloritknollen enthalten einen Kern von körnigem Korund, endlich finden sich Pseudomorphosen

[1]) Pseudom. III. 78.

von Korund in Chlorit mit Korundkern. Ferner geht in Unionville Chlorit aus Turmalin und Damourit hervor, den Veränderungsprodukten des Korunds. Nach den Analysen gehört der Chlorit, dessen ursprünglicher Eisenoxydgehalt (bis 2,71 pCt). festgestellt wurde, zum Ripidolith (Prochlorit) $= 10\,R\,O + 6\,Si\,O^2 + 3\,\ddot{A}l + 9$ aq.

Der aus Korund entstandene Chlorit wandelt sich in Jefferisit um.

12. In Margarit.

Manche Korundkrystalle in Unionville haben einen Ueberzug von Margarit, in den bisweilen der ganze Krystall umgewandelt ist. Auch in Cullakeneegrube und andern Punkten in Carolina, Georgia nnd Alabama u. s. w., kommt dieselbe Umwandlung vor.

Genth betrachtet auch manchen Lazulith als aus Korund hervorgegangen.

Man kann mit Sharpless und Genth annehmen, dass Zutritt löslicher Silikate von Alkali, Kalk, Magnesia u. s. w. die Umänderungen zum Theil bewirkt haben; ein anderer Theil besteht in Aufnahme von Wasser (Diaspor, Gibbsit). Ueber die Umänderung in Spinell lässt sich keine genügende Theorie geben.

Einwirkung von Lösungen auf Uranpecherz.

Uranpecherz, in seiner reinen, obwohl nirgend gefundenen Substanz Uranoxydoxydul $= U\,O^2 + 2\,U\,O^3$, enthält Kieselsäure, Blei, Eisen- und Manganoxydul, Wismuth, Antimon, auch Selen und Vanadin. Durch Hydratbildung liefert es die amorphen Mineralien Gummierz, Eliasit. Pittinit.

Wo Uranpecherz mit Sulfureten (wie in Joachimsthal mit Eisen- und Kupferkies) zusammen vorkommt, welche durch Oxydation Sulfate geben, entstehen Uransulfate, zum Theil wohl Gemenge, Uranblüthe, Uranocker, Uranvitriol. Sie enthalten noch Eisenoxyde, Kupferoxyd, Kalk und bis 27 pCt. Wasser. Dahin gehört auch der Medjidit, ein Uranoxyd-Kalk-Sulfat, welches das Uranpecherz von Adrianopel begleitet.

Uransulfate (und andere Uransalze) werden durch gelöstes Bikarbonat in Karbonate umgewandelt. Schröckingerit,[1] wasserhaltiges Urankarbonat; Urankalkkarbonat und Liebigit; Voglit (Urankalkkupferoxydkarbonat), alle drei wasserhaltig, gehören hierher.

Durch Einwirkung von Phosphatlösungen auf Uranpecherz oder dessen Umänderungsprodukte bilden sich Uranit[2] (Kalkuranglimmer, Autunit) $= Ca\,U^2\,P^2\,O^{12} + 10$ aq; Chalkolith (Kupferuranit) $= Cu\,U^2\,P^2\,O^{12} + 8$ aq und Breithaupt's Fritzscheit, welcher neben Uranoxyden, Phosphorsäure und Wasser noch Manganoxydul und Vanadinsäure enthält. Uranit verliert unter Umständen beim Aufbewahren oder beim Erwärmen bis auf 20^0 $1/_5$ des Wassers. Uranocircit ($= Ba\,U^2\,P^2\,O^{12} + 8$ aq) fand Weisbach auf.[3])

[1]) Von Schrauf in Joachimsthal aufgefunden. Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 137. — [2]) Von Wibel in Phosphorit und an Apatiten von Caceres beobachtet. Jhb. Miner. 1873. 243. — [3]) ib. 1877. 185. und 407. Fundort Bergen bei Falkenstein, Sächsisches Voigtland.

Wo Uranpecherz, Gediegen-Wismuth und Speiskobalt neben einander auftreten, wie in Neustädtel bei Schneeberg, entsteht eine Reihe wasserhaltiger Arseniate (Arsensäure aus dem Speiskobalt herrührend) entweder von Uran allein (Trögerit) oder von Uran- und Wismuthoxyd (Walpurgin) oder von Uran- und Kupferoxyd (Zeunerit)[1]) oder von Uranoxyd und Kalk (Uranospinit) oder von Wismuth allein (Rhagit). Sie begleiten einander und kommen zusammen vor mit Bismutit (Wismuthspath), ferner mit Uranosphärit (Uranoxyd, Wismuthoxyd, Wasser) und einem wasserhaltigen Urankalksilikat, Uranophan (Uranotil), welches Mineral durch Einwirkung von Silikatlösungen auf Uranpecherz und dessen Verwitterungsprodukte entsteht. Man kennt es aus Kupferberg, Schlesien; Wölsendorf, Bayern; Joachimsthal; Schneeberg.

Nach A. Weisbach ist Rhagit in Schneeberg stets von dem jüngeren Walpurgin begleitet.[2]) Walpurgin und Trögerit sind im Allgemeinen die ältesten Gebilde, dann folgt Uranosphärit, darauf Zeunerit, zuletzt Uranospinit.[3])

Einwirkung von Lösungen auf Wismuthoxyde.

Die wismuthhaltigen Mineralien liefern ausser Wismuthspäthen und Wismuthocker, von welchen der letztere oft der jüngere ist, noch Bismutosphärit ($Bi^2O^3 + CO^2$, Weisbach, s. Gediegen-Wismuth), Kieselwismuth (Eulytin, $2 B^2O^3 + 3 Si O^2$, regulär krystallisirt), und den monoklinen, ebenso zusammengesetzten Agricolit. Die Verbindung ist also dimorph. In Schneeberg und Johanngeorgenstadt kommen beide Mineralien neben einander vor. Am letzteren Fundort begleitet von Wismuth, Wismuthocker und Chloanthit;[4]) am ersteren von Wismuth, Quarz und Eisenstein.

In Schneeberg kommt, begleitet von Quarz und Wismuth, Bismutoferrit ($Bi^2O^3 Si O^2 + 2 \ddot{F}e\ 3 Si O^2$) und Wismuthhypochlorit, ein Gemenge von Quarz und Bismutoferrit, vor. Beide finden sich nicht selten gemeinschaftlich an einem Stück und können dann nur durch die Härte, nicht durch die Farbe unterschieden werden.[5])

Ferner findet sich dort, begleitet von Wismuthocker, Bismutit und Asbolan, nach Frenzel[6]) auf dem Pucherrichtschacht der Grube Wolfgang Maassen vanadinsaures Wismuthoxyd, Pucherit $= B^2O^3 + V^2O^5$, welcher noch etwas Arsensäure und Phosphorsäure stellvertretend enthält.

Auf einer aus strohgelbem Bismutit und Quarz bestehenden Unterlage finden sich nach Weisbach in der Grube Weisser Hirsch in Neustädtel bei Schneeberg (zusammen mit Walpurgin, s. Uranpecherz) lichtgelblich grüne Kugeln von Rhagit $= 5 Bi^2O^3 + 2 As^2O^5 + 8$ aq.[7]). Hierher gehört auch der

[1]) Findet sich nach Frenzel (Jahrb. Miner. 1873. 947) auch in Huel Gorland, Cornwall; Zinnwald; nach G. Laube (ib. p. 191) auf der Geisterhalde bei Joachimsthal; nach Sandberger (ib. 1877. 167) im Granit am Salband des St. Antonganges in Heubach. Winkler stellte Zeunerit und Uranospinit dar, indem er die betreffenden Karbonate in überschüssiger Arsensäure löste und Urannitrat zusetzte. (A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1873. 1190.) — [2]) Jahrb. Miner. 1874. 303. — [3]) Weisbach. Jhb. Mineral. 1873. 316. — [4]) Frenzel. Jahrb. Miner. 1873. 792. 947. und 1874. 686. — [5]) Frenzel. Jhb. Miner. 1872. 221 und 516. — [6]) Jahrb. Miner. 1872. 97. 515. 939. — [7]) ib. 1874. 302.

in Schneeberg mit Bismutoferrit, Bismutit, Bismuth vorkommende Atelestit, welcher Wismuthoxyd, Wasser und Säuren des Arsens enthält.[1])

Umwandlungen von Valentinit ($Sb^2 O^3$).

Antimonblüthe von Allémont (Dauphiné) fand Sillem in Gediegen-Antimon pseudomorphosirt.[2])

---

7. Complicirte Verwitterung der Metallsulfuride.

Die complicirte Verwitterung der Metallsulfuride, welche durch Oxydation nicht Sulfate, sondern Oxyde und Oxydhydrate, Oxysulfuride und niedere Schwefelungsstufen liefern, ist am Schluss dieses Abschnittes behandelt. Dahin gehören As S, $As^2 S^3$, $Sb^2 S^3$, $Bi^2 S^3$, $Mo S^2$. Wo sie mit Sulfuriden anderer Metalle verbunden sind, können diese als Sulfate in Lösung fortgeführt werden, so dass jene als Rest in Form von Oxyden oder Oxydhydraten übrig bleiben. Von ihnen liefert nur $Bi^2 S^3$ (meist wasserhaltige) Karbonate, welche aus Sulfat entstanden sein mögen. Die neugebildeten Säuren (Arsensäure, Säuren des Antimons, Molybdänsäure) liefern durch Umsetzung mit Karbonaten Salze mit den Basen der Karbonate,

Das durch Verwitterung des Metallsulfurides entstandene Metallsulfat erleidet eine Reihe weiterer Umwandlungen. Karbonatlösungen bringen ausser basischen Sulfaten Metallkarbonate, zum Theil wasserfrei, zum Theil wasserhaltig, hervor. Dies gilt namentlich für die Schwefelverbindungen des Eisens, Mangans, Bleis, Zinks, Kupfers.

Das aus den einwirkenden Karbonaten entstandene Sulfat findet sich, wenn es zu den schwerer löslichen gehört, wie Gyps, Schwerspath u. s. w. oft in der Nähe der neugebildeten Karbonate und Oxyde der Metalle, welche letztere namentlich aus den neugebildeten Karbonaten des Eisens und Mangans hervorgehen (s. Kap. V. S. 81). Manche Metallerzlagerstätten tragen in Folge solcher Umänderungen einen „Hut“ von Karbonaten, resp. Oxyden der Metalle. Schematisch liefert MS + O das Sulfat $MO\ SO^3$ und dieses mit $RO\ CO^2$ wieder $RO\ SO^3 + MO\ CO^2$. Durch weitere Umsetzung geht endlich aus $MO\ CO^2\ RO\ CO^2$ hervor: die Metallsulfuride werden in Karbonate der alkalischen Erden und anderer Metalloxyde umgewandelt und zum Theil pseudomorphosirt.

[1]) Frenzel. Jahrb. Min. 1873. 794. — [2]) ib. 1851. 577. = Blum. Pseud. II. 13.

Umsetzung der aus Metallsulfuriden entstandenen Produkte mit Chloriden bringt Metallchloride oder Verbindungen von Metallchloriden mit Metallkarbonaten hervor. Bisweilen lässt sich diese verhältnissmässig sparsame Erscheinung auf Zutritt von Meerwasser zurückführen, welches auch die Bildung von Brom- und Jodmetallen veranlassen kann. Fluoride der schweren Metalle kommen als Mineralien nicht vor.

Umsetzung mit Lösungen von Phosphaten, Arseniaten, Silikaten u. s. w. bringt die entsprechenden Metallsalze hervor. Umwandlung eines Metallsulfurides in ein anderes erklärt sich durch anfängliche Oxydation und spätere Reduktion des neu entstandenen Sulfates durch organische Substanz oder andere Reduktionsmittel.

Seltener liefert das Metallsulfurid direkt oder indirekt Metall, für Silberglanz ($Ag^2 S$) und die Kupfersulfuride mit Sicherheit nachgewiesen.

Pseudomorphosen der Metallsulfuride in einander, in Arseniate, in Quarz, Karbonate von Kalk, Eisen u. s. w., in Oxyde siehe bei den einzelnen Mineralien.

Die durch Oxydation der Metallsulfuride gebildeten Sulfatlösungen, namentlich des Eisenkieses, geben Anlass zur Bildung von Sulfaten anderer Basen durch Einwirkung auf ihre Umgebung: so entsteht eine Reihe sekundärer Mineralien (s. Eisenkies).

Die Löslichkeit der Metallsulfuride in Schwefelverbindungen der Alkalien und alkalischen Erden bringt Umänderungen nach zwei Richtungen hervor: durch Zufuhr und Entfernung. Namentlich wird Schwefelarsen ($As^2 S^3$) bald zugeführt ($Ag^2 S$ wird zu $3 Ag^2 S + As^2 S^3$), bald entfernt; dasselbe gilt für $Sb^2 S^3$ und beide werden in der Nähe des ausgelaugten Minerals wieder abgesetzt (s. Umänderung der Sulfosalze). Die Löslichkeit von $Hg S$ in Schwefelbarium erklärt einen Theil der Pseudomorphosen in Zinnober.

a. Metallsulfuride.

Complicirte Verwitterung von Schwefelkies und Markasit.[1]

Erhaltung der Form des Schwefelkieses ($Fe S^2$) bei complicirter Verwitterung ist nicht häufig.

Blum führt nach Heddle Magneteisen nach Eisenkies an aus der Gegend von Easttarbet, Argyllshire; Kupferpecherz in kleinen hexaedrischen Krystallen nach H. Müller von Oberschlema und Grube König David bei Schneeberg. Blum setzt hinzu, dass als ursprüngliches Mineral wohl Buntkupfererz anzunehmen sei.[2]

Arsenkies nach Schwefelkies führt Döll aus Rodna an.[3]

Am Potzberg bei Kusel und Stahlberg bei Moschel, Rheinbayern, fand

[1]) Vergl. auch einfache Verwitterung. — [2]) Pseudom. III. 280. Müller in Cotta. Gangstudien. II. 341 und 373. — [3]) Tschermak. Min. Mitth. 1874. 88.

Blum die faserige Struktur des sogenannten Faserzinnobers von Eisen- und Strahlkies entlehnt und ferner Pentagondodekaeder des Schwefelkieses in glattflächige Pseudomorphosen von Zinnober umgewandelt. Bisweilen ist noch viel Eisenkies mit Zinnober gemengt.[1])

Cubische Krystalle von Quarz, wahrscheinlich über Eisenkiesen entstanden, aus der Umgegend der Knock Mahon Gruben, Co. Waterford, Irland, erwähnt Blum nach Holdsworth;[2]) Reuss Quarz nach nierenförmigem Markasit von Joachimsthal.

Die von Sillem[3]) aus Kalkstein von Wunsiedel erwähnten Pseudomorphosen von Kies in Graphit hält Gümbel[4]) für mehr als zweifelhaft.

Im Pläner bei Chotzen, Chrudimer Kreis, Böhmen, kommen Concretionen vor, deren Kern von sehr feinkörnigem Schwefeleisen — wohl meist Markasit — mit einem geringen Arsengehalt gebildet wird. Gewöhnlich ist das Schwefeleisen in Limonit verwandelt. Das Innere der Knollen enthält bisweilen Gediegen-Eisen, zuweilen mit Limonit gemengt. F. G. Neumann, der das Eisen für meteorisch hält, fand in dem Eisen $98{,}_{33}$ pCt. Eisen; $0{,}_{74}$ pCt. Kohlenstoff; $0{,}_{32}$ pCt. Arsen; $0{,}_{61}$ pCt. Nickel. Payr fand nur eine Spur Arsen und etwas Kohlenstoff. Reuss hält das Eisen, weil es keine Widmanstätten'schen Figuren gibt, frei ist von Kobalt, Nickel und Phosphor, für echt tellurisches Eisen, das aus dem Schwefeleisen entstand.[5]) Kromeyer fand in californischem verwittertem Schwefelkies kleine, nickelfreie, hämmerbare Eisenplättchen.[6]) In Gellschaft von Schwefelkiesknollen fand Bornemann in der Lettenkohle bei Mühlhausen in einem aussen aus schwarzem magnetischem Eisenoxydoxydul bestehenden Knollen Gediegen-Eisen, das weder Nickel, noch Schwefel, noch Phosphor, noch wesentliche Mengen chemisch gebundener Kohle enthielt.[7])

Th. Andrews fand in Liasschiefern (verhärteten Thonen) von Portrush neben Schwefelkies Magneteisen und „deutliche Anzeichen der Gegenwart von metallischem Eisen."[8])

Wo verwitternde Metallsulfuride (vorzugsweise Eisen- und Strahlkies) mit Kalkkarbonat oder kalkhaltigen Gesteinen zusammentreffen, entsteht Gyps, und das auf diese Weise entstandene Eisenkarbonat wird zu Eisenoxydhydraten, um die sich oft als Hülle der Gyps findet.[9]) Gyps ist daher auf Erzlagerstätten, Gängen, in Dolomit,[10]) Mergel, Thon, Stein- und Braunkohlen,[11]) Torf u. s. w. eine

[1]) Pseud. I. 109. und II. 123. — [2]) Pseud. 240. aus Jhb. Miner. 1837. 688. — [3]) Jhb. Miner. 1852. 520. — [4]) Ostbayer. Grenzgebirge. 247. — [5]) Jahrb. Miner. 1859. 282. Aus Wien. Akad. Ber. 25. 541. 1858. Vergl. J. geol. Reichsanst. 8. 356. — [6]) Kopp u. Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 706. — [7]) Zs. geol. Ges. 5. 12. 1853. Pogg. Ann. 88. 145. und 325. 1853. Gräger fand bei Mühlhausen in Eisenoxydknollen des Keupers metallisches Eisen als Kern. ib. Litteratur über Gediegen-Eisen. ib. p. 152. — [8]) Pogg. Ann. 88. 325. 1853. — [9]) Nach Blum ist der Kalk des Grauwackenkalkes zu Cumpe bei Caxoeira do Campo, Brasilien, rings um das Brauneisen theils zu erdigem, theils zu blättrigem Gyps geworden (Pseudom. 193). Mergel des Trentschiner Comitates fand Madelung (J. Reichsanst. 14. Verh. 80. 1864) rings um das Brauneisen entfärbt und gypshaltig. Auch sonst häufig beobachtet. — [10]) Aus kieshaltigen Dolomiten lässt sich nach Verwitterung der Kiese Kalksulfat (neben Magnesia- und Eisensulfat) mit Wasser ausziehen. — [11]) Ueber Gyps der Braunkohle s. Zincken. Die Braunkohle. I. 207. 1867.

häufige Neubildung. Wo Strahlkies nierenförmig im Thon vorkommt, finden sich zuweilen hohlkugelige Gypsdrusen, welche innen mit mulmigem Strahlkies erfüllt sind.[1]

Wird der Gyps durch organische Substanz zu Schwefelcalcium reduzirt und dieser durch Säuren (Schwefelsäure aus den verwitternden Kiesen oder Kohlensäure) zerlegt, so entsteht aus dem Schwefelwasserstoff durch Oxydation Wasser und Schwefel. Gyps und Schwefel sind daher namentlich in Braunkohlen häufig, und selbst in Sammlungen sieht man auf Braunkohle Schwefel neu sich bilden. Nach Daubrée war in den Braunkohlen von Barjac, Dép. du Gard, Schwefel so reichlich, dass die Gewinnung lohnte.[2] Schwefel in Braunkohle wird erwähnt von vielen Orten: Frielendorf bei Ziegenhain[3] (erdig und krystallisirt); Wetterau (Bernstadt, Dornassenheim, Dorheim, Schalheim); bei Bonn (Jüntersdorf, Walberberg, Roisdorf); Provinz Sachsen (Voigtstedt bei Artern, Bornstadt, Edersleben, Runthal, Schwöditz); Esperstädt (Rudolstadt); Schöningen; Münden; (Königreich Sachsen)[4] Schmeckwitz, Mirka, Zschadras, Bautzen, Skoplau; Böhmen[5] (Pahlet, Brüx, Kommotau, Kutterschitz, Rudiai, Boden bei Falkenau); Steiermark (Tüffer, Reichenberg) u. s. w.; Mark Brandenburg (Zielenzig[6]) u. s. w.

Gyps und Schwefel aus Eisenkies und Kalkkarbonat entstanden führt v. Zepharovich[7] an von Wieliczka, Strecke Neubau Seeling, von Lhota bei Kunstadt, Mähren; vom Erzberg bei Eisenberg (in Limonitbreccie) u. s. w. In der Kreide von Montgueux bei Troyes finden sich eirunde Nieren erdigen mit Gyps gemengten Schwefels, zu dessen Entstehung verwitternder Schwefelkies den Anlass gab.[8] Wo Realgar und Operment von Schwefel begleitet in Braunkohlen vorkommt, darf man die Entstehung auf arsenhaltige Kiese zurückführen. So in Kärnten bei Keutschach.

Verwitternde Kiese und natronhaltige Mineralien (vorzugsweise Silikate) bedingen die Entstehung von Natronsulfat, dem andere Sulfate beigemengt sein können. So auf Glimmerschiefer von Gray Ferry[9] an der Eisenbahn zwischen Philadelphia und Baltimore; in Klüften des verwitterten Glimmerschiefers bei Rieth[10] in der Nähe von Amsteg, Schweiz; Oberharzer Gruben, besonders Grube Elisabeth bei Klausthal;[11] bei Klausenburg[12] u. s. w.

Wo verwitternde Metallsulfurete (vorzugsweise der verbreitete Eisenkies) mit Magnesiakarbonat zusammentreffen, mag dieses als solches vorhanden oder aus Magnesiakarbonat enthaltenden Gesteinen ausgelaugt oder durch Verwitterung von Magnesiasilikaten entstanden sein, entsteht schwefelsaure Magnesia, welche ihrer Entstehungsweise nach andere Sulfate und fremde Substanzen beigemengt enthalten und dadurch gefärbt sein kann. Bittersalz ist daher als

[1]) Hausmann. Miner. 2. 1156. In alten Hüttenschlacken entstehen Gypskrystalle in derselben Weise durch Verwitterung der Sulfurete. — [2]) Expos. univers. de 1867 à Paris. Substances minérales. 196. — [3]) Jahrb. Miner. 1843. 809. — [4]) Frenzel. Mineral. Lex. f. Sachsen. 176. 285. — [5]) Loretz. Jhb. Miner. 1863. 670. — [6]) Vergl. C. F. Zincken. die Braunkohle. 1867. I. 204. 1871. II. 53. — [7]) Min. Lex. f. Oesterreich. — [8]) Jahrb. Miner. 1835. 719. — [9]) Revue de géologie par Delesse et de Lapparent. XI. 204. 1875. — [10]) Kenngott. Minerale der Schweiz. 1866. — [11]) Kayser. Berg- u. Hüttenm. Ztg. 18. 160. 1858. — [12]) A. Koch. Jahrb. Miner. 1878. 529.

haarförmige Ausblühung oder in krystallinischen, zum Theil stalaktitischen Gebilden eine häufige Erscheinung in Metallsulfurete, vorzugsweise Eisenkiese führenden Erzlagerstätten, in Stein- und Braunkohlen, in Moor-Ablagerungen, Chlorit- und Talkschiefer, Serpentin, in magnesiahaltigen Schiefern und Schieferthonen, Mergeln, Letten u. s. w. Auf schwefelkieshaltigen dolomitischen Kalken der Insel Oesel wittert nach Goebel (1862) ein Gemenge von Bittersalz und etwas Gyps aus; ebenso aus den alpinen Dolomiten nach Pichler.

Die Entstehung der diluvialen, 6—30 Fuss mächtigen, Bittersalz führenden Mergel bei Püllna, Saidschütz und Sedlitz im Saazer Becken führt Jokely[1]) auf eine Reihe von Umwandlungen zurück; hauptsächlich waren es Quellen, welche Braunkohle führende Tertiärschichten auslaugend das Bittersalz in jenen Mergeln absetzten. Neben Magnesiasulfat ist Natronsulfat und Magnesianitrat in den Wässern, die in Brunnen aus jenen Mergeln entstehen, reichlich vorhanden. Die Mergel enthalten Schwefelkies, Gyps, Basalt und Erdbrandgesteine. Die Alkalien leitet Struve wohl mit Recht aus dem verwitterten Basalt ab, der auch einen Theil der Magnesia liefern mag. Die Nitrate müssen von aussen her zugeführt werden, sie finden sich im Mergel nicht. Ein Gemisch von Magnesiasulfat und wasserfreiem Natronsulfat wittert aus den Mergeln aus (sogenannter Reussin).

Wo verwitternde Kiese anf Silikate einwirken, entsteht eine Reihe wasserhaltiger Silikate von Eisenoxyden (und Manganoxyden) mit mehr oder weniger Magnesia und noch weniger Kalk, hier und da mit etwas Thonerde, meist amorph. Dahin gehören die amorphen Minerale Hisingerit, Degeröit, Skotiolith, Thraulith, Gillingit, Jollyit, Pohyhydrit, Lillit, welche durch Verwitterung Eisenoxydhydrat enthalten. Dem Hisingerit von Riddarhyttan und dem Gillingit der Gillingegrube ist nach Fischer Magneteisen beigemengt.

Viele dieser Substanzen sind nach Fischer's Untersuchungen nicht homogen, daher ihre schwankende chemische Zusammensetzung.

Nach Reuss entsteht aus dem Pyrit in Przibram zuerst der glanzlose, schwarzgrüne, amorphe Lillit, und aus diesem bildet sich das Nadeleisenerz (die Sammtblende) hervor. Durch einen ähnlichen Process bildet sich dort auch der krystallinische Cronstedtit,[2]) nach Janovsky[3]) $= 3\,RO + \ddot{F}e + 2\,Si\,O^2 + 4$ aq., RO vorzugsweise Fe O neben Mn O und Mg O. Der Pyrit wird durch Kalkkarbonat zu Eisenkarbonat umgesetzt, dieses liefert Eisenoxydhydrat, das durch Aufnahme von Kieselsäure zu Lillit wird; dieser giebt durch Einwirkung von Kohlensäure Eisenoxydhydrat (Göthit). Dass Cronstedtit aus Pyrit entsteht, beweisen Säulen, welche halb aus Pyrit, halb aus Cronstedtit bestehen.

Aus nickelhaltigen Kiesen leitet Breithaupt den Röttisit und Konarit der Grube Hans Georg bei Röttis, sächsisches Voigtland, her. Beide sind mehr oder weniger reine wasserhaltige Nickeloxydulsilikate.[4])

Wo thonerdehaltige Silikate gemengt mit Schwefelkies (oder Binarkies)

[1]) Jahrb. Geol. Reichsanst. 9. 441. 1858. — [2]) Wien. Akad. Ber. 25. 556. 1858. und 47. 47. 1863. cf. 22. 179. — [3]) Jahrb. Miner. 1876. 66. — [4]) Jahrb. Miner. 1859. 184 und 1865. 857.

vorkommen, entsteht durch Einwirkung des aus Verwitterung des Kieses entstandenen schwefelsauren Eisenoxyduls eine Reihe schwefelsaurer Verbindungen. Sie enthalten oft neben dem vorwiegenden Sulfat noch andere Sulfate beigemengt, wie aus ihrer Entstehungsweise folgt. Dahin gehören die Thonerdesulfate:

Alumian	$\dddot{Al} + 2\,S\,O^3$ (?)
Alunogen (Haarsalz zum Theil, Keramohalit)	$\dddot{Al}\,S\,O^3 + 18$ aq.
Aluminit	$\dddot{Al}\,S\,O^3 + 9$ aq.
Werthemanit	$\dddot{Al}\,S\,O^3 + 2{,}5$ aq.
Paraluminit	$\dddot{Al}^2\,S\,O^3 + 15$ aq.
Felsöbanyit	$\dddot{Al}^2\,S\,O^3 + 10$ aq.
Winebergit	$\dddot{Al}^2\,S\,O^3 + 4{,}5$ aq.

Alumian kommt in den Gruben der Sierra Almagrera, Spanien, vor; ähnlich, mit etwas Eisenoxydulfat, ist eine Salzefflorescenz vom Ararat nach Göbel zusammengesetzt. Alunogen, eine in Kohlenlagern, auf Schieferthonen und sonst häufige Bildung, enthält oft kleine Mengen von Eisenoxyd-, Magnesia-, Kalk-, Alkalisulfat.

Unter den Vorkommen von Aluminit ist das von Halle a/S. das bekannteste. In den dortigen thonhaltigen Braunkohlensanden verdrängen an einzelnen Punkten die Knollen der Aluminite fast den Sand, in welchem Schwefel- und Binarkies fein vertheilt ist.[1]) Aluminit bildet bei Brighton eine 3 Fuss mächtige, wohl als Spaltenausfüllung zu betrachtende Ablagerung. Ueber dem Aluminit liegt dort ein eisenschüssiger Thon mit Knollen von Brauneisen, Feuerstein, und mit einzelnen Gypskrystallen.[2]) Aluminit wird auch in eisenschüssigen Thonen in Epernay, Lunel vieil und Auteuil, Frankreich, und Newhaven, Sussex, gefunden, Paraluminit von Halle a/S. und Huelgoat angeführt.

Gümbel nannte Winebergit ein neben Pissophan (wasserhaltigem Eisenoxydsulfat) an der Donauleiten bei der Löwmühl nahe Passau vorkommendes, aus verwittertem Eisenkies und Feldspath entstehendes, auch als weisser Grubenschmand in Bodenmais beobachtetes, basisches Thonerdesulfat: $15{,}_{61}$ pCt. $S\,O^3$; $40{,}_{80}$ $\dddot{Al}$; $2{,}_{60}$ Fe O; $0{,}_{78}$ Mg O und $40{,}_{21}$ pCt. Wasser.[3]) Raimondi fand bei Chachapoyas, Peru, den pulverigen Werthemanit $= 34{,}_{50}$ $S\,O^3$; $45{,}_{00}$ $\dddot{Al}$; $1{,}_{25}$ $\dddot{Fe}$; $19{,}_{25}$ Wasser.[4])

Die auf diese Weise entstandenen Thonerdesulfate treten mit $ROSO^3$ zu Alaunen zusammen. In der Formel der isomorphen Gruppe $R\,O\,S\,O^3 + \dddot{Al}\,3\,S\,O^3 + 24$ aq ist $R\,O =$ Kali, Natron, Ammoniak, Magnesia, Manganoxydul, Eisenoxydul, Zinkoxyd; bisweilen finden sich auch Spuren von Kobalt und Nickel und Chloride. Oft sind die Alaune, ihrer Bildungsweise entsprechend, aus mehreren

[1]) Laspeyres. Zs geol. Ges. 24. 306. 1872. — [2]) Perceval. Jhb. Mineral. 1871. 641 aus Geol. Magaz. VIII. Schwefelsaure Thonerde, durch verwitterte Schwefelkiese entstanden, und Eisensulfat durch Kalkkarbonat zersetzt, liefern Gyps, Brauneisen und Aluminit. In Klüften eines Kalksteins finden sich diese drei Mineralien zusammen bei Kuchelbad bei Prag. Sitzungsber. böhm. Ges. d. Wissensch. in Prag. 1873. No. 7. p. 335. — [3]) Ostbayer. Grenzgeb, 260. — [4]) Amer. J. of sc. (3) 12. 397. 1876.

Grundverbindungen gemischt. Ueber eine andere Entstehungsweise der Alaune ist bei den Vulkanen zu berichten.

Aus Alaunschiefern (d. h. eisenkieshaltigen Thonschiefern) wittert Kalialaun und Natronalaun[1]) aus. In Braunkohle von Tschermig, Böhmen, Tokod bei Gran, Ungarn,[2]) Grube Bauersberg bei Bischofsheim vor der Rhön[3]) kommt Ammoniakalaun vor; auf silurischen Thonschiefern oder Schieferthonen bei Newport, Neuschottland,[4]) auf talkhaltigem Graphitschiefer von Fondouk,[5]) Algerien, und an andern Orten Magnesiaalaun (Pickeringit). Aus einem röthlichen, quarzigen, schwefelkieshaltigen Conglomerat einer Höhle am Bosjemanfluss, Südafrika, wittert faseriger Manganalaun aus. Eisenalaun (Federalaun, Halotrichit zum Theil) findet sich in Mörsfeld, Pfalz; Bodenmais; Hurlet und Campsie bei Glasgow; Björkbakkagard, Finnland, und andern Orten, oft mit etwas Magnesia, Kali, auch wohl Eisenoxyd. Zinkhaltiges Eisenoxydul-Manganoxydul-Thonerdesulfat aus Felsöbanya hat man Dietrichit genannt.

In ähnlicher Weise entsteht eine Reihe anderer Verbindungen, zum Theil Gemenge von Sulfaten und Alaunen, zum Theil eisenoxydhaltig. Blassgelbe Knollen aus der Steinkohle des Pochhammerflötzes der Königin-Luise-Grube bei Zabrze bestehen aus amorphem Löwigit $= K^2 O S O^3 + 3 \ddot{Al} S O^3 + 9$ aq, bei deren Bildung verwitternder Schwefelkies wohl sicher eine Rolle gespielt hat.[6]) Alunit ($K^2 O S O^3 + 3 \ddot{Al} S O^3 + 6$ aq) fand Herm. Credner im unteroligocänen Quarzsand bei Wurzen, welcher von Braunkohlen überlagert wird[7]) Fraglich ist hierher gestellt ein Vorkommen von Alaunstein aus der Gegend von Madriat, Arr. Issoire, Dép. Puy-de-Dôme. In compakten blutrothen Thonen, welche auf Arkose ruhen und von sandigen Thonen und Basalten bedeckt werden, findet sich unregelmässige Ellipsoide, deren grosse Axe vertikal steht und 2 bis 3 m misst, während der horizontale Durchmesser kaum $1—1^1/_2$ m übersteigt. Bald ist der Alunit weiss, mehlig, bald gelblich oder röthlich, viel härter und dann unrein.

Amiot fand in ersterer Abänderung a, in letzterer b, im rothen Thon c.

	a	b	c
$Si O^2$	2,3	13,4	45,8
$S O^3$	34,7	23,9	1,7
$\ddot{Al}$ und $\ddot{Fe}$	36,3	38,1	39,3
Ca O	1,9	2,4	2,1
$K^2 O$	10,6	6,3	1,1
Wasser	14,5	14,6	9,3
	100,3	98,7	99,3

Wahrscheinlich liegen in den Kugeln Gemenge von Alunit und Thon vor.[8])

[1]) Natronalaun, in dünnen Blättchen mit Gyps und Bartholomit auf St. Barthélemy vorkommend, ist nach Cleve $Na^2 O S O^3 + \ddot{Al}\ 3 S O^3 + 12$ aq. — [2]) Peters. Jahrb. Miner. 1861. 661. — [3]) Auf der Halde von Hilger gefunden. Ann. Chem. 185. 213. 1876. — [4]) Nach How nur mit 22 aq. Faserig. Enthält etwas Mn O, $K^2 O$, Co O, Ni O. — [5]) Ville. Revue de géol. par Delesse et de Lapparent. XII. 200. 1876. — [6]) F. Roemer. Zs. geol. Ges. 8. 246. 1856. — [7]) Jahrb. Miner. 1877. 833. — [8]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. pour 1874 et 1875. XIII. 40. 1877. Es sind dort noch ähnliche Analysen von anderen nahen Fundorten mitgetheilt.

Wohl dasselbe Vorkommen (Breuil bei Issoire) erwähnt v. Lasaulx,[1]) der die Bildung aus Eisensulfureten herleiten möchte. In einer Breccie des Kremnitzer Hauptganges kommt mit Eisenvitriol Voltait (dunkelgrüne reguläre Krystalle) vor, nach Tschermak[2]) = $K^2O\,S\,O^3 + 5\,Fe\,O\,S\,O^3 + 3\,(\ddot{R}\;3\,S\,O^3) + 20\,aq$; $3\,\ddot{R} = 3\,\ddot{Al} + 5\,\ddot{Fe}$; ebenso nach Fr. Ulrich am Rammelsberg, Goslar, hier mit Mangangehalt.[3]) (Der Voltait der Solfatara bei Pozzuoli ist nach Scacchi nicht von verwitternden Kiesen abzuleiten.) Gelbe Knollen mit Natronalaun und Gyps von St. Barthélemy nannnte Cleve[4]) Bartholomit = $2\,Na^2O\,S\,O^3 + \ddot{Fe}\;2\,S\,O^3 + 3\,aq$; Gelbeisenerz der Braunkohle von Kolosoruk und aus Alaunschiefern von Modum entspricht $R^2O\,S\,O^3 + 4\,\ddot{Fe}\,S\,O^3 + 9\,aq$. R^2O in Kolosoruk Kali, in Modum Natron; Jarosit (rhomboedrisch wie Alunit) des Barranco Jaroso der Sierra Almagrera, Spanien, und an andern Orten gefunden, enthält wahrscheinlich $K^2O\,S\,O^3 + \ddot{Fe}\;3\,S\,O^3 + 2\,(\ddot{Fe}\;3\,aq)$. Mit Gyps und Bittersalz kommt in der Kupfergrube zu Fahlun der monokline Botryogen vor, Eisenoxydul, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure und Wasser enthaltend; in Goslar ist der monokline Römerit beobachtet $R\,O\,S\,O^3 + \ddot{Fe}\;3\,S\,O^3 + 12\,aq$. $R\,O = 7\,Fe\,O + 2\,Zn\,O$. Ein amorphes Verwitterungsprodukt der Alaunschiefer von Garnsdorf, von Gümbel auch bei Passau gefunden ($S\,O^3$, $\ddot{Al}$, $\ddot{Fe}$, Wasser), hat man Pissophan genannt, und als Bergbutter auf schwefelkieshaltigem Thonschiefer vorkommende Salzausblühungen bezeichnet, die ein Gemenge sind von zum Theil basischen, wasserhaltigen Sulfaten von Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Thonerde und Eisenoxyd: so am Irtysch nach Brandis und C. Schmidt, am Jenissei nach C. Schmidt; bei Wetzelstein unfern Saalfeld u. s. w.

Die Schwefelsäure des Diadochites ($S\,O^3$, P^2O^5, $\ddot{Fe}$, Wasser), Svanbergites ($S\,O^3$, P^2O^5, $\ddot{Al}$, $Fe\,O$, $Ca\,O$, Na^2O, Wasser), Beudantites ($S\,O^3$, P^2O^5, $\ddot{Fe}$, $Pb\,O$, Wasser, mit sehr wechselnder Zusammensetzung) ist wohl auf Eisenkiesverwitterung zurückzuführen.

Einwirkung von Lösungen auf Magnetkies (Pyrrhotin).

Nach Breithaupt ist in Freiberg Magnetkies nicht selten in Eisen-, Strahl- und Arsenkies umgewandelt. „Es wird gar nicht unwahrscheinlich, dass vieler Eisenkies der Freiberger Gänge vorerst Magnetkies war. Auch ist der Eisenkies, wo er noch in Gesellschaft mit Magnetkies vorkommt, stets das jüngere Gebilde.“[5]) „Auch Leberkies in hexagonalen Prismen, Pseudomorphosen nach Magnetkies, zum Theil wieder regelmässig verwachsen mit Eisenkies, kommt vor, so in Grube Neuglück und drei Eichen; Alte Elisabeth; ebenso Gemenge von Leber- und Eisenkies als Pseudomorphosen nach Magnetkies, so in Segen Gottes und Herzog August, Bescheert Glück, Himmelsfürst. Die Pseudomor-

[1]) Jahrb. Miner. 1875. 142. Die Formel $K^2O\,S\,O^3 + 6\,\ddot{Al}\,S\,O^3 + 6\,aq$ passt nicht auf die dort mitgetheilte Analyse Truchot's. — [2]) Jahrb. Miner. 1868. 351. Aus Wiener Akad. Ber. 46. 218. 1867. Von Paulinyi als Pettkoit beschrieben. — [3]) Jahrb. Miner. 1853. 599. — [4]) Svenska Vetenskaps Acad. Handl. 1870. — [5]) Paragenesis. 130. = Blum. Pseudom. II. 74.

phosen nach Magnetkies zeigen fast durchweg Raumverminderung."[1] Dieselben Pseudomorphosen besprechen G. Rose.[2] Sillem,[3] Blum,[4] der die Eisenkiespseudomorphosen innen voll Höhlungen fand, die Wandungen zum Theil mit Quarz-, Bitterspath- und Eisenkieskrystallen bedeckt, zum Theil mit einem Gemenge der beiden ersten Mineralien erfüllt. Kenngott[5] fand die Pseudomorphosen in Arsenkies innen feinkörnig, stellenweis porös, lichtgrau. Frenzel erwähnt Pseudomorphosen in Eisenkies von den Niederpöbler Gängen.[6] Nach G. Rose sind die Eisenkies-Pseudomorphosen in Freiberg begleitet von Bleiglanz, Blende, Kupferkies und bisweilen aus lauter kleinen Eisenkiesen zusammengesetzt; nach Kenngott sind sie durch Ueberzug von Eisenkies über Calcit entstanden, der letztere wurde später weggeführt, in den Hohlräumen setzt sich dann Kies und Bleiglanz ab und zahlreiche Lücken bleiben übrig.[7] Pseudomorphosen, denen von Freiberg vollkommen gleichend, finden sich auch in Ain Barbar, Algerien, nach Groth.[8]

Nach Volger wandelt sich in Wunsiedel Magnetkies unter Volumminderung in Pyrit um.[9] Eisenkies nach Magnetkies fand Höfer[10] in Nagyag, Blum ebenda Strahlkies nach Magnetkies,[11] Breithaupt Magnetkies zum Theil in Eisenkies verwandelt in Stranitza, Siebenbürgen.[12] Döll in Strahlkies zu Dognatzka, Banat.[13] Markasit nach tafelförmigem Magnetkies beobachtete J. Rumpf in Loben bei St. Leonhard und dem benachbarten Waldenstein, Kärnten.[14] Kupferkies nach Magnetkies vom Gottlob-Spathgang der Grube Junge-hohe-Birke bei Freiberg führt Müller fraglich an.[15] Dana Umwandlung in Spatheisen.[16]

Bei der Umwandlung von Magnetkies in Eisenkies wird ein Theil des Eisens fortgeführt. Breithaupt bemerkt, dass in Freiberg auf derartigen grösseren Pseudomorphosen stets Karbonate von Eisen, zum Theil mit anderen eisenoxydulhaltigen Karbonaten vorkommen.[17] Weitere häufige Begleiter sind Kalkspath und Quarz.

Einwirkung von Lösungen auf Manganblende (Alabandin, Mn S).

Nach von Fellenberg läuft die schwärzlichstahlgraue Manganblende von Offenbanya schnell bräunlich an und ändert sich auf den Halden in ein erdiges, braunes bis schwarzes, glanzloses Zersetzungsprodukt um.[18]

[1] Paragenesis. 161—164. 170. — [2] Zs. geol. Ges. 10. 98. 1858. Eisenkies nach Magnetkies. — [3] Jahrb. Miner. 1852. 531. Pseudomorphosen aus Gemenge von bisweilen nur sehr wenig Magnetkies und von Markasit bestehend, niedrige sechsseitige Säulen bildend. s. auch Jahrb. Miner. 1851. 820. — [4] Pseudom. III. 190. — [5] Jahrb. Miner. 1856. 189. und Blum. III. 194. — [6] Min. Lex. f. Sachsen. 249 und 250. — [7] Uebersicht der Resultate mineralog. Forschungen für 1859. 126. Breithaupt (Kenngott. ib. f. 1862—65. 335) beschreibt das Vorkommen von Grube Himmelfahrt bei Freiberg als Perimorphose von Eisenkies nach Pyrrhotin, und Pleromorphosen von Pyrit mit Bleiglanz nach Pyrrhotin. — [8] Die Mineraliensammlung in Strassburg. 1878. 45. — [9] Talkglimmerfamilie. 1855. 383. — [10] Jahrb. geol. Reichsanst. 16. 20. 1866. — [11] Pseudom. III. 192. — [12] Paragenesis. 165. — [13] Tschermak. Miner. Mitth. 1874. 38. — [14] Verhandl. geol. Reichsanst. 1870. 3. Reuss hatte Eisenglanz als das umgeänderte Mineral angesehen. (ib. 1867. 219. 285.) — [15] Jahrb. Miner. 1855. 69. — [16] Mineral. 59. Vielleicht auf Breithaupt's folgende Angabe bezüglich. — [17] Paragenesis. 164. — [18] Jahrb. Miner. 1861. 303.

Reuss fand in Kapnik mit Blende überzogene, sehr zerborstene und mit drusiger Oberfläche versehene Oktaeder von Mn S in Manganspath umgesetzt.[1]) (**Breithaupt** führt von Kapnik an als zusammenkommend: Quarz, Manganblende, Gemenge von brauner Zinkblende und Eisenkies, Himbeerspath, Schwefel.)[2]) **Döll** fand dieselbe Pseudomorphose in Nagyag; im Innern lassen sich in den Manganspäthen, parallel den früheren hexaedrischen Spaltungsflächen des Manganglanzes, eine oder mehrere aus kleinen Manganspäthen gebildete Rinden erkennen.[3])

Einwirkung von Lösungen auf Bleiglanz (Pb S).

Allen folgenden Produkten der complicirten Verwitterung geht die Oxydation des Bleiglanzes zu Bleioxydsulfat ($PbO\ SO^3$) voraus. Nach **Jannettaz**[4]) greift die saure Lösung von Eisenvitriol, wie sie durch Oxydation von Schwefelkies entsteht, den Bleiglanz stark an unter Bildung von Bleisulfat, das mit gelöseten Karbonaten Bleispath ($PbO\ CO^2$), das gewöhnlichste Produkt, liefert und selbst wieder Veränderungen erfährt (s. Bleispath und Bleivitriol). Aus 100 Theilen Pb S entstehen $126{,}_{78}$ $PbO\ SO^3$ und $111{,}_{71}$ $PbO\ CO^2$.

Nicht vollständige Umsetzung liefert den seltenen Lanarkit ($PbO\ SO^3 + PbO$; die Einmengung von Bleispath oder Leadhillit zeigt auf Einwirkung von Karbonaten hin) und den rhombischen Leadhillit[5]) ($=$ Maxit $= 18\ PbO + 9\ CO^2 + 5\ SO^3 + 5$ aq). Dieselbe Verbindung soll als Susannit in Leadhills und Moldawa heteromorph und rhomboedrisch vorkommen.[6]) Leadhillit findet sich nach **Haidinger** in Leadhills in Bleispath umgewandelt.[7]) Bleiglanzmassen, den aus verwittertem Granit bestehenden Wandungen der Krystallhöhle am Tiefengletscher, Uri, ansitzend, enthielten nach v. **Fellenberg-Rivier** neben Bleispath und Laumontit noch Leadhillit und Wulfenit.[8])

Finden sich Bleiglanz und Kupferkiese oder ähnliche Schwefelkupferverbindungen neben einander und entstehen aus ihnen Sulfate, so liefern diese bei Einwirkung von Karbonatlösungen basische wasserhaltige Sulfate von Blei und Kupfer: Bleilasur (Linarit,[9]) $PbO + Cu\ O + SO^3 + aq$) und Caledonit[10]) ($R^2\ SO^5 + aq$; $RO = 7\ PbO + 3\ Cu\ O = 14\ PbO + 6\ Cu\ O + 10\ SO^3 + 10$ aq), welche oft neben einander vorkommen. Bei weiterer Einwirkung von Karbonatlösungen zerfallen sie in Bleispath und Malachit. So in Rezbanya, wo **Haidinger**[11])

[1]) J. geol. Reichsanst. 20. 521. 1870. — [2]) Paragenesis. 176. — [3]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1875. 95. cf. Breithaupt. Paragenesis. 156. — [4]) Bull. géol. (3) 3. 310. 1875. [5]) Laspeyres. Zs. f. Krystallogr. und Miner. 1877. 194. — [6]) Nach Kenngott ist Susannit nur ein Drillingsgebilde von Leadhillit (Jahrb. Miner. 1868. 319). — [7]) Blum. Pseudom. 186. — [8]) Jahrb. Miner. 1869. 374. — [9]) Von Sandberger auch auf alten Halden bei Ems, begleitet von Gyps, gefunden. — [10]) Rechnung:

	$10\ SO^3$	$+\ 14\ PbO$	$+\ 6\ Cu\ O$	$+\ 10$ aq	
	$17{,}_{47}$	$68{,}_{19}$	$10{,}_{41}$	$3{,}_{93}$	
Analyse:	$17{,}_{30}$	$68{,}_{42}$	$10{,}_{17}$	$4{,}_{05}$	nach Flight.

Rammelsberg (Handb. Mineralchem. II. 268) hat für $1{,}_4$ Pb 250 statt $289{,}_8$ berechnet. Formel und Analyse stimmen durchaus. — [11]) Jahrb. geol. Reichsanst. II. 2. p. 79. 1851. = Blum. Pseudom. II. 73. Hessenberg. Jahrb. Miner. 1864. 844. Zu den dort aufge-

Linarit in Weissbleierz pseudomorphosirt fand; die Umwandlung beginnt von der Kalksteinunterlage. Peters sah dort an derben Massen diese Umwandlung beinahe vollendet, aber Lasur hatte sich nirgend gebildet. Er fand dort auch Caledonit, der den Linarit begleitet und überlagert, in Bleispath umgewandelt; eingeleitet war die Umwandlung durch Ueberkrustung.[1])

Gewöhnlich geht bei der Umwandlung des Bleiglanzes in Bleispath die Form des Bleiglanzes verloren, dennoch sind Pseudomorphosen nicht selten. Bisweilen ergreift, wie in der Grube Azulaquos bei la Blanca unweit Zacatecas nach Burkart, die Umwandlung in Bleispath fast allen Bleiglanz der oberen Teufen, oder der Bleispath findet sich in den Drusenräumen und Klüften des Bleiglanzes oder in seiner Nähe, oft an Punkten, wo der Bleiglanz verschwunden ist. So in Grube Friedrichssegen bei Oberlahnstein, wo der Bleispath auf Brauneisen oder Quarz aufsitzt und mit Brauneisen beschlagen ist.[2])

Pseudomorphosen von Bleispath nach derbem und krystallisirtem Bleiglanz werden angeführt[3]) von Bleistadt, Böhmen; Mies; Bleiberg, Kärnten; Leadhills; Freiberg; Grube Michael bei Geroldseck; Grube Aurora bei Dillenburg; Beresowsk; Markirch; Mittloch;[4]) Jowa u. s. w.

In den meisten Fällen bedingt Ueberzug, häufig von Brauneisen, die Erhaltung der Form, oft ist noch ein Theil des Bleiglanzes erhalten. Blum (l. c.) fand in Markirch die Cubooktaeder des Bleiglanzes entweder hohl und innen mit Bleispathkrystallen besetzt oder ganz mit einem Gemenge von Bleiglanz und Bleispath erfüllt. Die feste Rinde besteht zum Theil aus Bleiglanz, zum Theil und meist aus dichtem Brauneisen. Wo die Umwandlung in Bleispath vollständig ist und keine Rinde vorhanden, ist die Oberfläche rauh und drusig.

Reuss (l. c.) fand in Bleiberg die Oberfläche der Bleiglanzkrystalle 2 bis 3 Linien tief in ein poröses, zellig drusiges Gemenge von Bleiglanz und Weissbleierz umgewandelt.

Ueberzüge von Bleispath auf Bleiglanz sind häufig; Sillem[5]) erwähnt sie von Poullaouen und Bleiberg. Der aussen matte und drusige Bleiglanz ist innen unverändert. Wo Weissbleierz in Przibram auf Bleiglanz sich findet, ist dieser mulmig. Dass er zum Theil fortgeführt wurde, zeigt der Hohlraum zwischen ihm und der Quarzrinde nach Reuss.[6])

Das Gemenge von Bleikarbonat mit Thon, Eisenoxyd, Quarz u. s. w., oft wasserhaltig, auch mit Schwefel, welches bisweilen noch die Struktur des ursprünglichen Bleiglanzes zeigt, nennt man Bleierde. Sie findet sich in Tarnowitz, Zellerfeld, Kall. Eschweiler, Freiberg, Johann-Georgenstadt, Leadhills, Nertschinsk, Phönixville, Pennsylvanien u. s. w., fest oder zerreiblich, mit weissen,

zählten Fundorten gehört auch die Grube Friedrich-Christian im Schapbachthal und die Grube Ortiz, Sierra de las Capillitas, Argentinien, nach Stelzner 1873, wo Linarit von Bleivitriol, Weissbleierz, Malachit u. s. w. begleitet wird.

[1]) Wien. Akad. Ber. 44. 168—171. 1861. — [2]) Seligmann. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. Westph. 1876. 250. — [3]) Blum. Pseudom. 184. III. 179; Reuss. Wien. Akad. Ber. 10. 48 und 59. 1853; v. Zepharovich. Jahrb. Miner. 1851. 92. — [4]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 519. Matlock? — [5]) Jhb. Miner. 1851. 390. — [6]) Wien. Akad. Ber. 22. 197. 1857.

grauen, gelben, braunen und rothen Farben, zuweilen mit Bleiglanzkernen. Vielleicht ist das Bleikarbonat der Bleierde eine basische Verbindung.

Verdrängen endlich die Karbonatlösungen das aus PbS entstandene Bleisulfat vollständig, so entstehen unter günstigen Umständen bei Erhaltung der Bleiglanzform Pseudomorphosen. Eine solche von Kalkspath nach Bleiglanz, Cubooktaeder, das im Innern noch Rhomboeder von Plumbocalcit enthielt, erwähnen Lettsom und Greg[1]) von der Grube High Pirn, Wanlockhead, Lanarkshire. Heddle[2]) erwähnt Kalkspath nach Bleiglanz von Leadhills. Spatheisen nach Bleiglanz beschreibt Blum[3]) von der Grube Himmelfahrt bei Freiberg. Die Stufe besteht aus einem Gemenge von Bleiglanz und Eisenkies, zwischen denen erdiger weisser Eisenspath und rother Eisenocker sitzen. Die Bleiglanzkrystalle erscheinen fein drusig und wenig glänzend, manche sind über die Hälfte durch Eisenspath ersetzt. Wo dieser in den Bleiglanz eingreift, finden sich Gemenge beider. Die meisten pseudomorphen Krystalle sind innen hohl, unter der Eisenspathrinde sind noch Reste des Bleiglanzes vorhanden, der sich entweder nach allen Richtungen durchlöchert, oder zusammenhängend, zugerundet und ungleich nierenförmig zeigt. In Przibram fand Reuss[4]) Brauneisen nach Bleiglanz.

Theilweise Verdrängung durch Manganspath, welcher Bleiglanz einschliesst und mit Schwefelkies gemengt ist, aus Siebenbürgen, führt Reuss[5]) an. Die Bleiglanzkrystalle sind auf den Flächen rauh, mit rundlichen Vertiefungen bedeckt und glanzlos, innen dagegen ganz frisch.

Auf Erzgängen im Gneiss bei Markirch sind innen drusige Umhüllungspseudomorphosen von dichtem Brauneisen zum Theil mit Eisenocker oder mit einem Gemenge von Eisenocker und Bleikarbonat erfüllt.[6]) Das durch Umsetzung gebildete Bleikarbonat wird also endlich in Lösung fortgeführt, und, wie so häufig, ist Eisenoxydulkarbonat zu Brauneisen verwittert.

Unter Ueberzügen von Zinkspath fand Sillem[7]) die Bleiglanzwürfel matt in Ramsbeck und in Galena, Illinois.

Auf dem Schwarzgrubener Gang in Przibram liegt zu unterst auf dem Grauwackenschiefer nach Reuss[8]) Eisenspath, aber nur selten frisch, darüber braune Blende, zu oberst Bleiglanz. Der untere Theil der Bleiglanzmasse ist meist frisch, der obere Theil ist umgebildet oder gar zerstört. Auf dem Bleiglanz sitzt Bleispath. Die Oberfläche des Bleiglanzes ist zerfressen und ausgehöhlt, die zahlreichen Krystalle von Bleispath sind nie glänzend, sondern zerfressen und abgerundet. Diese Veränderungen geschahen erst nach Absatz der $^1/_2$—1 Zoll dicken Zinkspathrinde, welche auch die meisten Höhlungen zwischen Bleiglanz oder Bleispath ausfüllt. Gar nicht selten besteht der Zinkspath aus sich rechtwinklig kreuzenden Lagen, die auf Hexaederumrisse deuten. Die einzelnen Blätter verlängern sich oft zwischen dem Bleiglanz und stellen

[1]) Jahrb. Miner. 1871. 81. Aus Manual of the Mineral. of Great Britain. p. 43. — [2]) Pseudom. III. 279. — [3]) ib. III. 252. Nach Frenzel Sideroplesit. — [4]) Wien. Akad. Ber. 22. 198. 1857. — [5]) Wien. Akad. Ber. 10. 63. 1853. Angeblich aus Siebenbürgen. = Blum. Pseudom. III. 235. — [6]) Blum. Pseudom. 295. Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 518. und 1851. 393. — [7]) Jahrb. Miner. 1852. 518. — [8]) ib. 1864. 74.

dann ein rechtwinkliges Fachwerk dar, dessen Zwischenräume leer oder später mit Eisenocker ausgefüllt sind: es sind Pseudomorphosen von Zinkspath nach Bleiglanz. Einzelne grosse Würfel bestehen unten noch aus frischem Bleiglanz, oben aus Zinkspath. Als jüngste Bildung stellt sich Wulfenit ein, zum Theil noch mit einer dünnen Hülle von Eisenoxyd bedeckt. Der Bleispath liefert das Bleioxyd; die Herkunft der Molybdänsäure ist unbekannt.

Die in verwittertem Granit (Beresit) aufsitzenden goldhaltigen Quarzgänge in Beresowsk führen Bleiglanz, der nach G. Rose,[1]) wo er freiliegt, eine zerfressene Oberfläche zeigt und zum Theil mit Rothbleierz ($PbO\ Cr\ O^3$) und Melanochroit ($3\ PbO + 2\ Cr\ O^3$) bedeckt ist. Ausserdem findet sich Bleispath auf Bleiglanz aufgewachsen oder in Zellen des Quarzes, aus denen der Bleiglanz verschwunden ist. Vitriolblei kommt sparsam neben Schwarzbleierz vor: Gemenge von Bleispath mit Kohle oder mit Bleiglanz.

Gelbbleierz (Wulfenit, $Pb\ Mo\ O^4$) umhüllt erst und verdrängt dann den Bleiglanz vollständig, so dass sich hohle Würfel bilden. Nach Blum in Grube Hausbaden bei Badenweiler; Grube Kalbe, Greif und weisser Hirsch bei Schneeberg.[2]) Das Vorkommen mit Bleiglanz und Weissbleierz zeigt, dass Gelbbleierz aus diesen entstand. Nach Peters ist das Vorkommen in Rezbanya fast stets an Weissbleierz gebunden, das auch das Gelbbleierz bisweilen theilweise verhüllt, und oft von Kieselzink und Kieselkupfer begleitet.[3])

Durch Einwirkung von Phosphatlösung neben Lösungen von Chloriden geht aus Bleiglanz Pyromorphit hervor, der sich besonders in den oberen Teufen findet und dort den Bleiglanz umgiebt oder die früher von Bleiglanz eingenommenen Räume erfüllt und oft zusammen mit Weissbleierz vorkommt. „Auf der Grube Herrenseegen, Schapbachthal, frass Pyromorphit förmliche Löcher in den Bleiglanz“.[4]) Phosphorsäure und Chlor mögen oft aus der Humusdecke herstammen.

Pyromorphitbildung macht die Oberfläche der Bleiglanzkrystalle zunächst feindrusig, dann schreitet die Umwandlung weiter nach innen vor, die Krystalle sind endlich noch zum Theil mit Bleiglanz erfüllt oder hohl. In Pseudomorphosen von Markirchen[5]) sind die innen ganz mit Pyromorphit erfüllten Würfel mit einer feinen Rinde von Brauneisenstein überzogen; da dort Pseudomorphosen von Bleispath nach Pyromorphit vorhanden sind neben Brauneisensteinrhomboedern, die aus Spatheisenkrystallen entstanden, so darf man annehmen, dass zuerst Bleispath entstand und aus diesem der Pyromorphit. Die Phosphorsäure mag aus Apatit des granitischen Gesteins stammen.

Auch in Granit aufsetzende Gänge der Grube Herrensegen im Schapbachthal und in Gneiss aufsetzende Gänge der Grube Hofsgrund bei Freiburg im Breisgau zeigen Pyromorphit pseudomorph nach Bleiglanz,[6]) ferner die Grube Wheal Hope, Cornwall. In den Bleierzgängen des Grauwackenschiefers von

[1]) Reise nach dem Ural. I. 204. — [2]) Pseudom. 186; III. 179; Breithaupt. Paragenesis. 223. 225. — [3]) Wien. Akad. Ber. 44. 159. 1861. — [4]) Quenstedt. Mineralogie. 470. — [5]) Blum. Pseudom. 182. — [6]) ib. Nachtrag. I. 97.

Mies[1]) sind nach Zippe[2]) die Bleiglanzhexaeder zum Theil mit unregelmässigen Hohlräumen durchzogen, zum Theil ist der Bleiglanz erhalten. Reuss (l. c.) fand an den vollständig umgewandelten porösen Oktaedern eine sehr unebene Oberfläche und abgerundete gekrümmte Flächen oder nur eine Rinde von Pyromorphit auf dem Bleiglanz. Haidinger[3]) fand Bleiglanz von Unverhofft Glück an der Achte bei Schwarzenberg in ein körniges Gemenge von Karbonat und Phosphat des Bleioxydes umgewandelt. Frenzel erwähnt Ueberzugspseudomorphosen von Schneeberg,[4]) Breithaupt Umwandlung auf Jonasspath bei Morgenstern, Freiberg,[5]) Sandberger von Dernbach bei Montabaur,[6]) begleitet von Stilpnosiderit. In Wanlock Head, Dumfriesshire, fanden Greg und Lettsom Vanadinit (Vanadinbleispath) pseudomorph nach Bleiglanz,[7]) Heddle in Leadhills.[8])

Sehr antimonreiche Bleiglanze der Sierra de España bei Almarazon liefern Bleiniere, antimonsaures Bleioxyd, als Verwitterungsprodukt, das auch an anderen Orten in ähnlicher Weise auftritt,[9]) so z. B. in Grube Friedrichssegen bei Oberlahnstein nach Sandberger, wo Bleiglanz und antimonhaltiges Fahlerz seine Bildung wahrscheinlich bedingen.[10]) An anderen Orten entsteht Bleiniere aus dem Nebeneinander von Antimonglanz und Bleiglanz. Aus silberhaltigem Bleiglanz kann Gediegen-Silber sich abscheiden (s. Silber), während der Antimongehalt Valentinit liefert,[11]) oder Grauspiessglanz[12]), oder Federerz.[13])

Quarz kommt pseudomorph nach Bleiglanz vor:[14]) in Schemnitz;[15]) Headhills, Schottland; Mies, Böhmen; Grube Hausbaden bei Badenweiler; Grube Herrensegen im Schapbachthal. Zuerst hat sich bisweilen in Herrensegen eine dünne Kruste von Chalcedon angesetzt, die nach aussen allmählich in Quarz übergeht, dann verschwand der Bleiglanz unter jener Rinde, und nun setzte sich im Innern Quarz an, und zwar zuerst Chalcedon, dann, wo dieser den Hohlraum nicht erfüllte, Quarzkrystalle. Die beiden Chalcedonlagen berühren sich zwar, lösen sich jedoch leicht von einander, aber die so erhaltenen Trennungsflächen sind nicht glatt und eben, sondern auch rauh und uneben, ein Beweis, dass einst die Oberfläche des Bleiganzes rauh und uneben war. Manche dieser Pseudomorphosen sind ganz hohl, andere ganz mit Chalcedon erfüllt, andere enthalten noch Quarz, auch in feinen Lamellen angelegt, welche den Blätterdurchgängen des Bleiglanzes entsprechen. Nach Sillem[16]) sind in Leadshills die Bleiglanzwürfel bisweilen aussen in Quarz, innen in Bleispath umgewandelt. „Eine ziemlich dünne Quarzrinde mit einzelnen Ueberresten von Bleiglanz bildet scharfe, innen hohle Pseudomorphosen. Der innere Raum ist zum Theil mit amorphem

[1]) Blum. Pseudom. III. 178. Nach Reuss. Jahrb. Miner. 1853. 675. = Wien. Akad. Ber. 10. 48. 1853. — [2]) Jahrh. Miner. 1834. 559. Aus Verhandl. Ges. d. vaterl. Museums. Prag. 1832. — [3]) Pogg. Ann. 11. 370. — [4]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 255. — [5]) Paragenesis. 164. — [6]) Jahrb. Miner. 1850. 273. — [7]) Blum. Pseudom. III. 178. — [8]) ib. III. 287. = Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [9]) Herter. J. Reichsanst. 10. 21. 1859. — [10]) Jahrb. Miner. 1850. 274. — [11]) Nach Reuss in Przibram. Wien. Akad. Ber. 22. 147 und 192. 1857. In der Nachbarschaft des Silbers ist der Bleiglanz porös, mulmig. — [12]) ib. p. 196. — [13]) ib. p. 197. — [14]) Blum. Pseudom. 238. Nachtrag. I. 138; II. 97; III. 217. — [15]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 527. — [16]) ib. 519. Auch von Heddle angeführt.

Bleispath erfüllt. Auf Quarz." Auch in Grube Hausbaden ist der Rest des Bleiglanzes gewöhnlich zum Theil in Bleispath umgewandelt, in den wohl zuerst der Bleiglanz überging.

Lösung von Kieselzinkerz, aus Zinkblende hervorgegangen, greift die Oberfläche der Bleiglanzkrystalle an. macht sie rauh und uneben, später werden Kanten und Ecken abgerundet. Krystalle von Freiberg haben nach Blum[1]) meist noch einen Kern von Bleiglanz, bisweilen ist dieser ganz verschwunden und eine gelbliche poröse und weiche Ausfüllungsmasse vorhanden. Bisweilen ist das Kieselzink von der Mitte einer Krystallfläche aus in den Bleiglanz eingedrungen und hat ihn hier verdrängt. Mit Kieselzink bedeckte Bleiglanzkrystalle von Ramsbeck fand Sillem[2]) an den Kanten abgerundet und die Flächen drusig, der Kern war reiner Bleiglanz. Auch wurde unter dem Zinksilikat eine Lage von grünem Zinkkarbonat beobachtet, unter welcher die Flächen des Bleiglanzes matt, schmutzig bleigrau und zerfressen erschienen.

Kieselkupfer kommt nach Heddle[3]) pseudomorph nach Bleiglanz in Leadhills vor.

Eisenkies pseudomorph nach Bleiglanz kommt in Mies vor. Die Pyritpseudomorphosen ahmen nach Laube äusserlich genau die grossen Hexaeder des Bleiglanzes nach, während das Innere mit vielen dicht aneinander gefügten Pyritindividuen ausgefüllt ist. Die traubige gelblichweisse Rinde der Pseudomorphosen besteht aus Bleisulfat, basischen Eisenoxydsulfaten und Thonerdephosphat.[4]) Bleiglanz innen aus körnigem zelligem Schwefelkies bestehend fand Reuss in Przibram, oder es hatte sich nur eine dünne Rinde von Schwefelkies gebildet, der nach innen fortsetzt und auf allen Theilungsflächen Ueberzüge bildet. Unter der Kiesrinde ist der Bleiglanz rauh und uneben.[5]) Nach Frenzel kommt auf Grube Himmelfahrt Pyrit nach Bleiglanz vor.[6])

Blum erwähnt Bleiglanzwürfel durch Strahlkies verdrängt von Freiberg. Der Strahlkies, der auch den Bleiglanz überzieht, war auf den Blätterdurchgängen eingedrungen, so dass bei der vielfachen Durchkreuzung eine zellige Masse entstand. Der Bleiglanz ist fast ganz verschwunden; die Wandungen der rechtwinkligen Zellen bestehen aus krystallinischem Strahlkies, an ihnen sitzen Strahlkieszwillinge, zuweilen mit Braunspath.[7])

Bleiglanzoktaeder aus Walkenroedt bei Aachen fand Blum mit bräunlichgelber Blende überzogen, unter welcher der Bleiglanz nicht mehr scharfe Krystallumrisse zeigte. Sparsam kommen vollständig hohle Pseudomorphosen vor.[8]) Reuss erwähnt Blende nach Bleiglanz von Joachimsthal, Breithaupt Bleiglanztrümer mit sehr bedeutender Raumverminderung in Fahlerz umgewandelt von

[1]) Blum. Pseudom. 272. Auch in Wanlock Head, Schottland, nach III. 236. vorkommend. — [2]) Jahrb. Mineral. 1852. 518. — [3]) Blum. Pseudomorph. III. 279. und ib. 261. Nach Greg und Lettsom. Heddle. l. c. — [4]) Jahrb. Miner. 1872. 428. — [5]) Wiener Akad. Ber. 10. 47. 1853. und 22. 165. 1857. Vergl. Zippe Jahrb. Miner. 1834. 558. — Blum. Pseudom. III. 248. — [6]) Miner. Lex. f. Sachsen. 249. — [7]) Pseudom. III. 248. — [8]) Jahrb. Miner. 1868. 813.

Junge hohe Birke, Freiberg;[1]) Sillem Bleiglanzwürfel zum Theil in Fahlerz umgewandelt von Clausthal.[2])

Nach Genth ist Harrisit eine Pseudomorphose von Kupferglanz ($Cu^2 S$) nach Bleiglanz, der oft noch als Kern vorkommt. Mit Harrisit findet sich in der Canton mine, Georgia, Cantonit, nach Genth Pseudomorphose des Harrisites in Covellin (Cu S).[3]) Dieselbe Umwandlung von Pb S in Cu S, Cantonit d. h. Pb S in Cu S pseudomorphosirt, fand Th. Davies in Whealfalmouth und Wheale St. George-Perran.[4]) Kupferglanz nach Bleiglanz erwähnt Breithaupt von Grube Morgenstern bei Freiberg. Der dichte mürbe Kupferglanz enthält im Innern Buntkupfererz eingesprengt. Blum fragt, ob nicht der letztere dem Kupferglanz die Form geliehen habe.[5])

In dem Umänderungsprodukt des Bleiglanzes von der Grube Estrella, Sierra Almagrera, Spanien. fand Richter $26{,}0$ pCt. Pb S; $60{,}8$ pCt. $Pb Cl^2$; $2{,}5$ pCt. Schwefelverbindungen von Eisen, Kupfer, Antimon, Silber; und 10 pCt. freien Schwefel. Die derbe graulichschwarze Masse ist mit Bleiglanz innig verwachsen.[6])

Auf Bleiglanz, direkt oder indirekt, sind zurückzuführen Matlockit ($Pb Cl^2 + Pb O$), der mit Hornblei und Bleispath in Matlock beobachtet ist; Mendipit $Pb Cl^2 + 2 Pb O$ (Mendiphills und Brilon);[7]) Bleihornerz ($Pb Cl^2 + Pb O C O^2$)[8]); Schwartzenbergit[9]) der Wüste Atacama (wesentlich $Pb J^2 + 2 Pb O$ mit Chlorbei, Karbonat und Sulfat von Bleioxyd). Vielleicht gehört hierher auch der Percylit, angeblich von la Sonora, Mexico, (Cl, Pb, Cu, Wasser).

Bleiglanz und das aus diesem hervorgegangene Weissbleierz kommen mit Mennige angeflogen und in Mennige umgewandelt vor. Blum beschreibt nach Hänle Bleiglanzwürfel von Grube Hausbaden bei Badenweiler auf der Oberfläche ganz in Mennige umgewandelt. Der Bleiglanz wird anfangs matt, bläulichschwarz, dann etwas porös und enthält röthliche Punkte, endlich entsteht eine drusige, körnige, zusammenhängende Masse von morgenrother Mennige. Der Process schreitet nicht immer ganz gleichmässig vor, er findet sich besonders da, wo die Blätterlagen zweier Krystalle sich berühren oder an den Ecken. Dieselbe Umwandlung von Bleiglanzwürfeln kommt in Leadhills und derselbe Ueberzug in Montgomery, Pennsylvanien, vor;[10]) Umhüllungspseudomorphosen von Bleiglanz in Mennige in Picos de Europa, Prov. Santander, Spanien.[11])

Mennige nach Weissbleierz findet sich in Bleialf und Kall,[12]) Eifel, und Eschbach im Bergischen. Auf Grube Santa Fée zu Bolaños, Mexiko,[13]) wer-

[1]) Paragenesis. 184. — [2]) Jahrb. Miner. 1851. 331. und 1852. 532. — [3]) Dana. Miner. 53. 84. — [4]) Groth. Zs. f. Krystallogr. 1. 519. 1877. — [5]) Paragenesis. 185. = Blum. Pseudom. III. 279. — [6]) Jahrb. Miner. 1856. 436. — [7]) Rhodius. Ann. Chem. Pharm. 62. 373. 1847. In knolligen Stücken, welche fast immer in eine gelblich weisse Erde, aus Bleikarbonat, Kalkspath und wenig Chlorblei bestehend, eingeschlossen sind. — [8]) Unter anderen Fundorten auf Theresiagrube, Oberschlesien, im Inneren hohler Bleiglanzknollen. Eck. Ueber die Formation des bunten Sandsteins etc. in Oberschlesien. 1865. 132. — [9]) Liebe. Jahrb. Miner. 1867. Krusten auf Bleiglanz. — [10]) Blum. Pseudom. 175. III. 171. — [11]) Groth. Miner. Univers. Strassburg. 1878. 117. — [12]) Das Vorkommen von Bleialf und Kall findet sich nach Nöggerath (Zs. geol. Ges. 6. 701) auf alten Halden, in denen zum Theil Feuereinwirkung ganz unverkennbar ist. — [13]) Blum. Pseud. 178. I. 91.

den die Bleispathkrystalle zuerst matt, undurchsichtig graulich, dann gelblich, gelblichroth, bis sie endlich das Morgenroth der Mennige zeigen. Besonders in den oberen Teufen kommt dort die Umwandlung vor. Sandberger fand auf Grube Mehlbach bei Weilmünster, Nassau, in zerfressenem Quarz erdige Partien von Mennige, die zuweilen noch kleinere umgewandelte Kryställchen der Weissbleierzform wahrnehmen lassen.[1]) Nach Nöggerath ist zweifellos nur für das Vorkommen von Balaños jeder äussere Einfluss, namentlich durch Feuersetzen, ausgeschlossen, für die übrigen Vorkommen bleibt der Zweifel. Dana[2]) führt ein Zusammenvorkommen von Weissbleierz und Mennige an von Austin's mine, Wythe Co., Virginia; P. Herter von Oberrochlitz, Böhmen;[3]) Peters von Rezbanya. Für weitere Fundorte von Mennige ist der Aufsatz von Nöggerath zu vergleichen.

Sicher kommt auf der Grube S. Guillermo[4]) bei Zomelahuacan, Staat Veracruz, auf den in Kalk aufsetzenden Erzgängen ein ziemlich feinkörniges und feinschuppiges Gemenge vor von Bleiglanz, Gediegen-Blei und Bleiglätte mit sparsamem Weissbleierz. Das Gediegen-Blei ist unregelmässig in einzelnen Partien und Platten dem feinblättrigen Bleiganz eingewachsen, welcher nach Pugh's Analyse 7,7 pCt. Einfachschwefeleisen enthält. Die Bleiglätte enthält nach Pugh[5])

PbO	$\dddot{F}e$	CO^2	SiO^2	S und Verlust.		
92,91	5,57	1,38	Spur	0,14	=	100
92,40	4,85	1,38	0,14	1,23	=	100

Das Vorkommen, 15 Lachter Teufe unter der Oberfläche, beweiset,[6]) dass Einflüsse von Feuer, ausgehend von der Oberfläche, nicht obgewaltet haben. Nach Nöggerath hat das Gemenge vielmehr das Ansehen, als wäre es eine ursprüngliche Bildung. Bournon lässt die Bleiglätte aus dem Gediegen-Blei entstehen.[7]) Von den übrigen Fundorten der natürlichen Bleiglätte erscheinen nach Nöggerath[8]) alle bis auf die Angabe Dana's (Austin's mine, Wythe Co., Virginia) zweifelhaft.

Gediegen-Blei kommt ausserdem in den sibirischen, uralschen und siebenbürgischen Goldseifen und in den südslavonischen goldführenden Geschiebelagern bei Velika sicherlich vor, die übrigen Vorkommen nennt Nöggerath zweifelhaft oder thatsächlich unrichtig. Gediegen-Blei aus Melaphyr von Stützerbach, Thüringen, Hohlräume in Form von Mandeln füllend, führt Zerrenner an.[9]) Igelström[10]) fand Gediegen-Blei als dünne Häutchen oder stanniolartige Bleche in Spalten und Rissen der Mangan- und Eisenerze, der Gemenge von Schwerspath, Rhodonit, Granat und Serpentin (aber nur innerhalb der Eisen- und Manganerzlager) zu Paisberg, Wermland; Chapman[11]) fand feine Strei-

[1]) Jahrb. Miner. 1845. 577. — [2]) System of Miner. 164. — [3]) Jahrb. Reichsanst. 10. 21. — [4]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 829. Nach Wöhler's Mitth. in Ann. Chem. Pharm. 100. 127. und Nöggerath. Zs. geol. Ges. 6. 674. 1854 nach Majerus. — [5]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 838. — [6]) Nöggerath. l. c. 678. — [7]) Zs. geol. Ges. 6. 680. 1854. — [8]) l. c. 691. — [9]) Jahrb. Miner. 1870. 231. — [10]) Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 712. Jahrb. Miner. 1866. 225. — [11]) Jahrb. Miner. 1866. 457.

fen von Gediegen-Blei in weissem Quarz, der ausserdem nur etwas Eisenglanz enthält, in der Nähe des Dog lake an der Nordwestküste des Oberen Sees. Kokscharow[1]) führt Gediegen-Blei mit Baryt und Bleispath in Hornstein eingewachsen an von der Grube Bogoslowskoi, Distrikt Karkalinsk, Kirgisensteppe. Genth fand in den Goldwäschen in Camp Creek, Montana, bedeckt von 6 Fuss Kies Gediegen-Blei, mit Bleioxyd und wahrscheinlich auch mit Bleikarbonat überzogen, mit Gediegen-Eisen.[2])

Nach Pflücker kommt SW. von Huancavelica, Peru, Blei (mit etwas Silber und viel Antimon) in gerundeten Körnern vor.[3]) Nordenskiöld fand Gediegen-Blei von Langban oft mit weissem krystallinischem Hydrocerussit, wasserhaltigem Bleikarbonat, umhüllt.[4])

Einwirkungen von Lösungen auf Zinkblende (Zn S).

Zinkblende oxydirt sich, wohl meist durch Verwitterung des Eisenkieses veranlasst, zu Zinkvitriol ($Zn\,OSO^3 + 7$ aq), der bei Gegenwart von Karbonaten, also namentlich in Kalksteinen, dolomitischen Kalken, Dolomiten, sich in Zinkspath (Smithsonit, $Zn\,O\,CO^2$) umsetzt. Dieser enthält daher nicht selten Karbonate der eingemengten oder die Blende begleitenden Metalloxyde beigemengt, der Oxyde von Blei, Eisen, Mangan, Cadmium, Kupfer. Nieren und Knollen von Blende sind aussen oft in Karbonat ($Zn\,O\,CO^2$) umgewandelt, und im Innern findet sich noch dichte Blende. Aus den Karbonaten oder Sulfaten entsteht ferner durch Zutritt von Silikatlösungen Kieselzinkerz.

Zinkspath, der auch stalaktitisch und krustenbildend vorkommt, geht durch Einwirkung von Karbonatlösungen in Zinkblüthe ($3\,Zn\,O + CO^2 + 3$ aq, Smithson) über, die daher Ueberzüge auf Zinkspath bildet. Sandberger fand durchscheinenden, kleintraubigen, bräunlichgrauen Zinkspath von Bleiberg, Kärnten, in schneeweisse matte Zinkblüthe umgesetzt unter Beibehaltung der Form des Zinkspathes, also eine Pseudomorphose von Zinkblüthe nach Zinkspath.[5]) Die Zinkblüthe, basisches wasserhaltiges Zinkkarbonat, zeigt nach den Analysen verschiedene Mengen der 3 Constituenten Zinkoxyd, Kohlensäure und Wasser; sie enthält, entsprechend ihrer Entstehungsweise, nämlich aus der ganzen Reihe der Zink enthaltenden Mineralien, nicht selten kleine Mengen fremder Stoffe beigemengt, Kalk, Kupfer und Bleioxyd, Kieselsäure, Thon, Eisenoxyd u. s. w.

Wo Blende und Kupferkies zusammen vorkommen, entsteht Aurichalcit, (bisweilen kalkhaltig, Buratit) ein wasserhaltiges basisches Karbonat von Zinkoxyd und Kupferoxyd, oft begleitet von Zinkspath, Kalk, Brauneisen, Malachit u. s. w.

Nach Whitney sieht man in der Bleiregion am oberen Mississippi Uebergänge von Blende in Zinkspath, mit Kern von Blende und nicht selten Pseudomorphosen von Zinkspath nach Blende,[6]) die auch in S. Juan d'Alcaraz, Spanien,

[1]) ib. 1875. 873. — [2]) Aus Am. Phil. Soc. Philadelphia. 11. 443. 1870 in E. Dana. Sec. appendix to Dana's Miner. 1875. 33. — [3]) ib. — [4]) Groth. Zs. Kryst. 2. 307. 1878. — [5]) Jahrb. Miner. 1870. 589. — [6]) Blum. ib. 1868. 811.

nach Ezquerra,[1]) in Wisconsin[2]) (Mineral point, Shullsburg) vorkommen. Sullivan und Oreilly fanden in Comillas, Prov. Santander, Spanien, die braune Blende von Rissen durchzogen, die einzelnen Partien durch Zinkspath verkittet.[3]) Blendekrystalle, an denen die Krystallgestalten nur noch stellenweise zu erkennen sind, da sie mehr in eine traubige drusige Masse umgewandelt waren, fand Sillem in Ramsbeck, Westphalen, aussen mit grünem Zinkkarbonat bedeckt; darunter folgt weisses und gelbes Zinksilikat, welches im Innern mit Blendeüberresten gemengt ist.[4])

Die in Przibram mit Spatheisen und Bleiglanz zusammen vorkommende Blende ist gewöhnlich bröckelig, von porösem Zinkspath und Eisenocker umhüllt und durchdrungen. Die Klüfte sind mit gelbem erdigem Greenockit (Cd S) bedeckt, welcher aus der Blende stammt.[5]) Reuss fand erdigen Greenockit auf Blende von Merklin,[6]) Glückselig von Kaff unweit Platten, Böhmen; Frenzel in Grube Frisch Glück bei Schwarzenberg und Grube Silberhoffnung bei Grosspöhla,[7]) Dana in der Ueberoth-Zinkgrube bei Friedensville, Lehigh Co., Pennsylannien.[8]) Die dunkelbraune Blende von Kirlibaba, südliche Bukowina, enthält nach Patera[9]) $63{,}_{40}$ Zn S, $7{,}_{50}$ PbS, $0{,}_{60}$ Cd S, $15{,}_{78}$ Fe O CO^2, $5{,}_{00}$ Mg O und Ca O und $7{,}_{20}$ Gangart. Ihre Spalten sind mit Greenockit überzogen.[10]) Bei der Oxydation der Blende wird das Schwefelcadmium abgeschieden.

Brauneisen nach Blende findet sich nach Nöggerath[11]) in Geyer, Grube Rother Hirsch (Frenzel).

Ein Rothzinkerz ähnliches Mineral kommt nach Breithaupt pseudomorph nach Blende vor in Schneeberg, Grube Wolfgang Maasen. Bisweilen ist nur der Rand der Blende verändert.[12])

Quarz nach Blende führt Fournet an von la Poype bei Vienne.[13])

Kieselzinkerz ist ein häufiger Begleiter der Blende und daher oft von Zinkspath begleitet, so in Kapnik, den südlichen Kalkalpen u. s. w. Umbildung von Blende in Kieselzinkerz führt Reuss[14]) von Przibram, Mariagang, an. Es bildet poröse und zellige, feinkörnige, weisslichgraue Massen; die erdigen, lichter oder dunkler gefärbten Massen enthalten noch gelben Eisenocker und gehen in ockrigen Limonit über, auf welchen Kieselzinkkrystalle aufgestreut sind. Ebenso kommt mit diesen Produkten krummschaliger Psilomelan vor, auf welchem dann Kieselzink sitzt. Der Eisen- und Mangangehalt der Blende erklärt diese Erscheinung. Aehnliches beobachtete er in Johann-Baptistzeche, Merklin, Böhmen.[15])

Bleiglanz nach Blende führt v. Hornberg[16]) von der Eliaszeche bei Joachimsthal an.

[1]) Jahrb. Miner. 1844. 458. — [2]) Dana. Miner. 693. — [3]) Jahrb. Miner. 1864. 849. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 392. und 1852. 518. — [5]) ib. 1864. 74. Nach der Analyse von Frenzel enthält die Blende von Przibram (ib. 1875. 678) $0{,}_{42}$ pCt. Cadmium, die braune strahlige hexagonale Blende von dort, Spiauterit (Wurtzit), $1{,}_{95}$ pCt., dichter dunkelbrauner Spiauterit $1{,}_{85}$ pCt. Cadmium. Ein Gehalt des Cadmium ist in vielen Blenden nachgewiesen (vergl. Rammelsberg. Mineralchemie. II. p. 63), aber bisher kein natürliches Cadmiumsulfat als Oxydationsprodukt des Schwefelcadmiums. — [6]) Wien. Akad. Ber. 47. 60. 1863. — [7]) Miner. Lex. f. Sachsen. p. 143. — [8]) Dana. Miner. p. 59. — [9]) Jahrb. geol. Reichsanst. 26. 423. 1876. — [10]) B. Cotta. ib. 6. 123. 1855. und B. Walter ib. 26. 387. 1876. — [11]) Jhb. Min. 1838. 307. = Blum. Pseud. 295. — [12]) ib. 1855. 841. — [13]) Bull. géol. (2) 16. 1110. 1859. — [14]) Jhb. Min. 1861. 324. — [15]) Wien. Akad. Ber. 22. 133. 1857. — [16]) Kenngott.

Durch Reduktion des aus Blende entstandenen Zinksulfates scheint Voltzin ($4 ZnS + ZnO$) zu enstehen. Wenigstens fanden Fournet und Plattner organische Substanz darin, daher Breithaupt's Bezeichnung Leberblende. In Joachimsthal ist der Voltzin öfter mit einer Schwefelkieshaut überdeckt. (Vogl.)

Complicirte Verwitterung des Kupferkieses (Chalkopyrites), Buntkupfererzes (Bornites), Kupferglanzes (Chalcocites).

Kupferkies ($CuS + FeS$), Buntkupfererz ($m Cu^2S + n CuS + FeS$), Kupferglanz (Cu^2S) [und Covellin[1]) = Cu S] liefern durch Umsetzung eine Reihe von Mineralien. Kupferkies ist das häufigste Kupfererz. Aus den durch Oxydation entstandenen Sulfaten des Kupfers entstehen durch Einwirkung von Karbonatlösungen (Kalkspath, Bleispath, Malachit u. s. w.)

Langit[2]) = $CuO SO^3 + 3 CuH^2O^2 + 2$ aq,
Warringtonit = $CuO SO^3 + 3 CuH^2O^2 + 1$ aq,
Brochantit = $CuO SO^3 + 3 CuH^2O^2$

und ähnliche Verbindungen, welche nach Schrauf auch als Mischungen auftreten. Sie sind künstlich dargestellt.[3])

Vollständige Umsetzung mit Karbonaten liefert Malachit ($CuO CO^2 + CuH^2O^2$) und Kupferlasur ($2 CuO CO^2 + CuH^2O^2$), bei Gegenwart von Eisenoxydulsulfaten entsteht Kupferpecherz.

Dahin gehört auch Krönkit ($CuO SO^3 + Na^2O SO^3 + 2$ aq) von Calama zwischen Cobija und Potosi, Bolivia, nach Domeyko, und Phillipit von Condes, Provinz Santiago, Chile, $CuO SO^3 + \ddot{F}e\, 3 SO^3 + n$ aq)[4])

Wo Kupfersulfatlösung auf Bleispath einwirkt, bildet die Grenze gegen das Bleierz Linarit ($CuO + PbO + SO^3 +$ aq) und Caledonit [$2 (CuO PbO) + SO^3$ + aq], auf welchem sich der bisweilen etwas bleihaltige Brochantit absetzt. Die jüngste Bildung ist Malachit. Daneben findet sich Gyps, wenn die genetisch zusammengehörigen Mineralien Brochantit und Malachit dem Kalkkarbonat ihre Entstehung verdanken.

Ueber Phosphate und Arseniate aus Kupferoxyden siehe Phosphate und Arseniate.

Wo Silikatlösungen mit Kupfersulfat zusammentreffen, entsteht Kieselkupfer, ein wasserhaltiges Silikat von ungleicher Zusammensetzung, welches Kalk, Magnesia, Zinkoxyd, Thonerde, Eisenoxyd u. s. w. enthalten kann. Sind die Silikate kalkreich, so findet sich neben Kieselkupfer Gyps, wie in Campiglia.[5]) Ferner gehört hierher der Dioptas (CuH^2SiO^4). Auch der Crednerit (3 Cu O

Uebersicht mineralog. Forschungen in den Jahren 1862—65 Leipzig. 1868. 334. Aus Zool. min. Ver. zu Regensburg. 17. 117.

[1]) Covellin scheint sich schwer in andere Mineralien umzuwandeln. Ich finde keinen Fall angeführt. — [2]) Nach Tschermak ist Devillin Langit gemengt mit Gyps. — [3]) Wien. Akad. Ber. 67. 340. 1873. Auch basische Verbindungen, wie Rothkupfererz, welche einen Theil der Schwefelsäure wegnehmen, bewirken Bildung dieser Verbindungen. — [4]) Amer. Journ. Sc. (3) 12. 396. 1876. — [5]) d'Achiardi. Miner. della Toscana. II. 224.

$+ 2 Mn^2O^3$); der Volborthit und Mottramit (beide vanadinsäurehaltige Kupferoxydverbindungen mit Kalk, Bleioxyd und Wasser) sind zu erwähnen.

Als Cuprocalcit bezeichnet Domeyko ein amorphes zinnoberrothes Mineral von Canza bei Ica, Peru, das aus ($2 Cu^2O + CO^2$) + $2 CaO CO^2 + aq$ besteht. Die bei Luftabschluss hergestellte salzsaure Lösung fällt Gold aus Goldsalzlösungen.[1])

Endlich entstehen aus den Kupfersulfureten Rothkupfer (Cu^2O), Kupferschwärze (unreines Kupferoxyd) und Gediegen-Kupfer.

Ueber Pseudomorphosen in andere Mineralien siehe unten.

Umänderungen des Kupferglanzes (*Cu^2S*).

Der Kupferglanz, welcher etwas Schwefeleisen als isomorphe Beimischung enthält, ist oft mit Malachit, Kupferlasur und Kupferschwärze überzogen. Haidinger erwähnt eine Pseudomorphose in Kupferschwärze aus Orawitza.[2])

Aus Kupferglanz entsteht Kupferindig (Covellin. $Cu S$), der sich dem Kupferglanz beimengen kann. Zu solchen Mengungen gehören nach Dana Digenit und Carmenit.[3]) Verdünnte Säuren wandeln nach Knop Cu^2S in $Cu S$ um.[4])

Von der Oberfläche aus geht Kupferglanz über in Buntkupfererz, durch Zutritt von Schwefeleisen und Entfernung eines Theiles Schwefel. Die Oberfläche läuft bunt an, wird rauh, rissig, löcherig. Beim Zerbrechen der Krystalle sieht man, wie weit die Umwandlung reicht an dem unebenen Bruch des kupferrothen Buntkupfererzes. Nach Blum beginnt die Umänderung auch von der Endfläche; sie ist nur noch am Rande glatt und starkglänzend, während ihr übriger Theil aus einem undeutlichen Aggregat von Buntkupfererzkrystallen besteht. Die Umänderung kennt man von Redruth; Kupferberg, Schlesien; Grube Stangenwaage bei Dillenburg;[5]) junge hohe Birke bei Freiberg.[6])

Endlich wird das aus Kupferglanz entstandene Buntkupfererz zu Kupferkies ($Cu S + Fe S$), so dass, wie in Cornwall.[7]) Pseudomorphosen entstehen. Die Umwandlung beginnt von aussen.

Uebergänge von Kupferglanz in Rothkupfererz und von diesem in Malachit fand E. Stöhr in Landu, Bengalen. Das Rothkupfer ist immer mit Kupferschwärze (bis 46 pCt.) und mit Eisenoxyd gemengt, bisweilen überwiegt die erstere.[8]) Websky erwähnt als wahrscheinlich aus Kupferglanz entstanden von Kupferberg Rothkupfererz und ein durch Rothkupfererz scharlachroth gefärbtes Kieselkupfer, das, anfangs von starkem Pechglanz, allmählich sich dunkler färbt und in erdige Massen übergeht.[9]) Im Kupferschiefer von Eisleben fand Blum Malachit auf Kupferglanzkrystallen, deren Inneres zu einem Gemenge von Kupferglanz und Buntkupfererz geworden war. Umwandlung von Kupferglanz in Malachit wird angeführt von Redruth; Berschweiler, Rheinpreussen;[10]) Eisen-

[1]) Amer. J. Sc. (3) 12. 396. 1876. — [2]) Pogg. Ann. 11. 186 = Blum. Pseudom. 213. — [3]) Mineral. p. 53. — [4]) Jahrb. Miner. 1861. 533. — [5]) Blum. Pseudom. 41; II. 17. — [6]) Breithaupt. Paragenesis. 184. — [7]) Blum. Pseudom. 42. Nach Haidinger. — [8]) Jahrb. Miner. 1864. 147. — [9]) Zs. geol. Ges. 5. 426. 1853. — [10]) Blum. Pseudom. III. 195.

roth, O von Dillenburg;[1]) Eibenstock.[2]) Gediegen-Kupfer aus Kupferglanz hervorgegangen, begleitet von Kupferschwärze und Gyps, erwähnt Vogl aus Joachimsthal.[3])

Umänderungen von Kupferkies (Chalcopyrit).

Durch Anlaufen ändert sich das Messinggelb des Kupferkieses (Cu S + Fe S) in bunte Farben bis in's Bläulichschwarze um. Bald wird bei der Verwitterung der ganze Eisengehalt entfernt, so dass Kupferindig (Cu S) und Kupferglanz ($Cu\,S^2$) entsteht, bald wird Buntkupfererz gebildet, bald bildet sich der Kupferkies zu Gediegen-Kupfer oder Schwefelkies um. Durch Oxydation unter Entfernung des Schwefels entstehen Rothkupfer und Kupferschwärze, durch einfache Oxydation Kupfer- und Eisenvitriol, die auch zusammen als Pisanit ($Cu\,O\,Fe\,O\,SO^3 + 7\,aq$) auftreten und durch Umsatz mit Karbonaten Malachit, Kupferlasur, Brauneisen und Kupferpecherz (siehe unten) liefern. Einwirkung von Phosphat-, Arseniat-, Silikatlösung liefert die entsprechenden Kupferverbindungen. Diese Processe verlaufen zum Theil nebeneinander, so dass Kupfersulfuride und Brauneisen oder Malachit und Rothkupfererz (Thörl, Kärnten) neben einander vorkommen. Treten, wie in Tharsis bei Huelva, Spanien, Schwefelkies und Kupferkies gemengt auf, so verräth sich der im frischen Erz nicht erkennbare Kupfergehalt bei Liegen an der Luft durch Ueberzug mit erdigem Malachit, mit pulveriger Kupferschwärze, mit Kupferindig.[4]) Ueber die Kupfererze von Klein-Namaqua- und Damara-Land nach Knop und der Monte Catini siehe am Schluss.

Die Umänderung in Kupferindig schreitet von aussen nach innen vor. Zuerst läuft der Kupferkies bunt an, dann wird er tombakbraun, schwärzlichblau, endlich verschwindet der Metallglanz und es bleibt eine blaue poröse Masse übrig. Oder auf den Klüften entsteht Kupferindig, die zwischenliegende Masse bleibt unverändert oder wird zu Brauneisenocker, so dass Gemenge von Kupferkies, Kupferindig und Brauneisenocker entstehen. Bisweilen bleibt ein Kern von Kupferkies erhalten, bisweilen entstehen vollständige Pseudomorphosen in Covellin, wie in Grube Hausbaden, Badenweiler, und im Schapbachthal, Schwarzwald,[5]) bei denen die Form nicht immer gut erhalten bleibt. In Grube Stangenwaage bei Dillenburg;[6]) in Klein Namaqua- und Dammaraland;[7]) Grube Churprinz und Junge hohe Birke bei Freiberg;[8]) Kupferberg, Schlesien;[9]) in Massa Marittima[10]) u. s. w. kommt die Umänderung in Covellin vor. Websky fand in Kupferberg auf den mit Brauneisen ausgefüllten Klüften des Kupferkieses (und Buntkupfererzes) dünne krystallinische Häutchen von Kupferindig und

[1]) Grandjean. Jahrb. Naturkunde. Nassau. 7. 225. 1851. — [2]) Oppe in Cotta. Gangstudien. II. 167. 1854. — [3]) Gangverhältnisse Joachimthals. p. 149. — [4]) F. Roemer. Jhb. Miner. 1873. 261. — [5]) Blum. Pseudom. I. 116. III. 23. — [6]) Grandjean. Jahrb. Naturkunde. Nassau. 7. 224. 1853. — [7]) Knop. Jahrb. Miner. 1861. 531. Ueberzug auf Klüften, bisweilen fast vollständige Umwandlung. — [8]) Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. p. 74 — [9]) Zs. geol. Ges. 5. 429. 1853. — [10]) d'Achiardi. Miner. d. Toscana. II. 288.

Kupferglanz, die auch im anstehenden Gange frei von Brauneisen vorkommen.[1]

Nach Knop ist der den Kupferkies bedeckende Covellin aus Kupferglanz hervorgegangen.[2] Umänderung in Kupferglanz führt Sillem von Tavistock, Devonshire, an. Die mit einer mehr oder minder dicken, schwarzen, starkglänzenden Rinde bedeckten Kupferkieskrystalle sind scharfkantig, aber die Flächen des Kernes angegriffen wie zerfressen.[3] An Eibenstocker Kupferkiesnieren fand Oppe eine Schale von Kupferglanz.[4] A. Knop fand einen oktaederähnlichen, aussen unebenen, mit einer $1/2$ mm dicken Malachitrinde bedeckten Krystall der Matchlessmine in Damaraland innen aus Kupferglanz bestehend, welcher von Malachit- und Brauneisentrümern durchzogen war.[5] Nach Ulrich ist der Kupferkies in Victoria mit einer dünnen Kupferglanzlage überzogen, welche nach aussen in Covellin übergeht. Bei Svárov, Böhmen, fand Boricky Pseudomorphosen in Kupferglanz. Derber Kupferglanz, der aus Kupferkies entstand und mit ihm gemengt vorkommt, enthält Cu $65{,}453$ pCt., Fe $9{,}896$ pCt., S $24{,}651$ pCt.[6] Ein Vorkommen von Schwefel neben Kupferkies führt Quenstedt an von Rippoldsau.[7]

Rothkupfererz nach Kupferkies erwähnt Sillem von Schlaggenwalde, Lichtenberg und Cap Lizard. Die Krystallform ist nicht scharf, aber deutlich erhalten.[8]

Gediegen-Kupfer, in eine dünne Lage braunen Eisenkies eingebettet, aus einer Kluft des Erzengel-Gabriel-Stollens bei Grasslitz, Böhmen, leitet Reuss von Kupferkies ab.[9] Websky erwähnt von Kupferberg, Schlesien, dünne Blättchen oder moosartige Concretionen im Nebengestein abgelagert, welche von Kupferkies oder Buntkupfererz herrühren.[10] Niedzwiedzki fand in Prettau, Ahrnthal, Tyrol, in Klüften des Kupferkies führenden Chloritschiefers Gediegen-Kupfer als dünnes Blech oder als Anflug.[11]

Die in Kedabeg, Kaukasus, in Hornblendeschiefern auftretenden Kupferkiese haben im verwitterten Gestein Gediegen-Kupfer geliefert, zum Theil in schönen Krystallen, zum Theil in dünnen Platten, nach den mir von Dr. Siemens mitgetheilten Handstücken und ähnlich an vielen Orten.

Kupferschwärze aus Kupferkies entstanden erwähnt Pichler aus den Schiefern von Wiltau.[12]

Die Bildung von Malachit aus Kupferkies ist gewöhnlich, namentlich bei derben Massen, Pseudomorphosen sind sparsam. Blum nennt für letztere als Fundorte: den Zechstein des rothen Berges bei Saalfeld (innen mit erdigem Brauneisen ausgefüllt); den Zechstein von Rückingen bei Hanau (innen Brauneisenocker, meist Kerne von Kupferkies);[13] Grube Herrensegen (Schapbachthal)

[1]) Zs. geol. Ges. 5. 425. 1853. — [2]) l. c. 534. cf. 680. — [3]) Jahrb. Miner. 1851. 387. und 1852. 532. = Blum. Pseudom. II. 15. — [4]) Cotta. Gangstudien. II. 167. 1854. — [5]) Jahrb. Miner. 1861. 526. 533. = Blum. Pseudom. III. 21. — [6]) Wien. Akad. Ber. 69. 609. 1869. Schwefel aus Verlust bestimmt. — [7]) Mineralogie. p. 605. — [8]) Pogg. Ann. 70. 567. 1847. und Jahrb. Miner. 1852. 527. — [9]) Jahrb. Miner. 1861. 181. — [10]) Zs. geol Ges. 5. 425. 1853. — [11]) Verhandl. geol. Reichsanstalt. 1871. 304. — [12]) Jahrb. Miner. 1877. 394. — [13]) Pseudom. 218. Jahresber. d. Wetterauer Ges. 1861. 19.

(drusige Krystalle von faserigem Malachit, innen mit ockrigem Brauneisen oder erdigem Ziegelerz erfüllt, unveränderter Kupferkies in einzelnen Theilen vorhanden); Moldawa, Banat.[1]) Sandberger führt als Fundort den obersten Muschelkalk Unterfrankens an,[2]) Sillem Clausthal und Derbyshire.[3]) Nach Sillem entsteht aus den Kupferkiesüberzügen des Clausthaler Fahlerzes Malachit und Eisenoxydhydrat.[4])

In Grube Himmelfahrt, Freiberg, fand Breithaupt Eisenkies pseudomorph nach Kupferkies, von dem noch eine zarte Haut geblieben war. Innen erkennt man kleine Drusen von Eisenkies, wodurch bedeutende Raumverminderung nachgewiesen wird.[5]) Blum fand rauhe, etwas poröse, mit dünnem Ueberzug von Kupferschwärze versehene Kupferkiese in Müsen innen aus einem Gemenge von Kupfer- und Schwefelkies bestehend. So lange die Form erhalten ist, findet sich Kupferkies, mit dessen Verschwinden die Form zerstört wird.[6]) Nach Frenzel findet sich Eisenkies nach Kupferkies auf den Niederpöbler Gängen,[7]) nach Döll Markasit nach Kupferkies in Schemnitz.[8])

In der Grube Rio, Elba, fand vom Rath Kupferkieskrystalle in Brauneisen umgeändert.[9])

In Virneberg bei Rheinbreitbach sah Heymann etwas zugerundete, von Chalcedon umhüllte Kupferkieskrystalle entweder mit erdigem Brauneisenocker oder mit einem dichten, harten, festen, ockergelben Gemenge von Chalcedon und Brauneisenocker erfüllt. Einige dieser Pseudomorphosen enthielten innen oder an der Oberfläche grünen Phosphorochalcit ($3\,CuO + P^2O^5 + 3\,CuH^2O^2$). Also zuerst Umhüllung mit Chalcedon und dann Fortführung des Kupfers und Schwefels neben Oxydation des Eisens.[10])

Aus Kupferkies entsteht nach Websky in Kupferberg, Schlesien, dichtes, grünes, splittriges Kieselkupfer, das wahrscheinlich durch Beimengung von Kupferindig oft bei steigendem Kupfergehalt schwarzblau erscheint.[11])

Wo Kupferkies, Buntkupfererz oder Kupfersulfurete neben Pyrit oder Markasit sich zu Sulfaten oxydiren, bewirkt der Zutritt von Karbonatlösungen die Bildung von Kupferpecherz. Das Kupferoxydkarbonat wird durch das Eisenoxydulkarbonat zu Kupferoxydul reducirt, das sich bei der Behandlung des Kupferpecherzes mit Schwefelsäure (wie sie durch Oxydation der Kiese entsteht) in Kupferoxyd und Gediegen-Kupfer zerlegt. Meist ist dem Kupferpecherz, das wesentlich aus Kupferoxydul und Eisenoxydhydrat besteht, noch Silikat beigemengt.[12]) Derber Kupferkies ist daher oft mit Kupferpecherz umgeben, dessen Gehalt an Kupfer, Eisenoxyd, Wasser, Kieselsäure sehr stark wechselt. Pseudomorphosen von Kupferkies in Kupferpecherz kommen vor in Grube Nicolaus bei Dillenburg; Ueckersdorf, Mederbach (nach Grandjean); Grube Herrensegen, Schapbachthal; Clausthal; Grube Pfannenberg bei Salchendorf,

[1]) Pseudom. I. 117 — [2]) Jahrb. Miner. 1872. 529. = Sitzungsber. Bayer. Akad. d. Wissensch. 1872. 9. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 519. — [4]) ib. 1851. 391. — [5]) Paragenesis. p. 29. [6]) Pseudom. II. 75. — [7]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 250. — [8]) Tschermak. Miner. Mitth. 1874. 88. — [9]) Zs. geol. Ges. 22. 707. 1870. — [10]) Blum. Pseudom. III. 228. — [11]) Zs. geol. Ges. 5. 426. 1853. — [12]) Hausmann. Mineral. 1. 371. Nach Bornträger; Knop. Jahrb. Miner. 1861. 540.

Siegen;[1] Moldawa, Banat,[2] Schlaggenwalde; Lichtenberg; Taubethal, Harz;[3] in den Zechsteindolomiten von Rückingen, Wetterau.[4]

Aus Kupferpecherz entsteht in Rezbanya nach Peters Kupferschwärze, reich an Eisen- und Manganoxyd.[5] Sandberger fand in Rippoldsau in Ziegelerzpseudomorphosen, die aus Kupferkies entstanden, Schwefel angehäuft.[6]

Führten die Kupfersulfurete verlarvtes Gold, so scheidet sich dieses im Kupferpecherz aus. Knop fand Goldblättchen auf Klüften der Kupferpecherze der Grube Springbock und Spectacle, Klein-Namaqualand. In den dortigen oberen Teufen scheint sich das Kupferpecherz zu zerlegen in Brauneisen, Malachit und Kupferlasur, in den unteren Teufen tritt hauptsächlich Rothkupfererz auf. Behandelt man künstliches Kupferpecherz, so lange es aus einem Gemenge von Eisenoxydhydrat und Kupferoxydulhydrat besteht, mit verdünnter Schwefelsäure und versetzt dann die Lösung mit Kalkspathstückchen, so entstehen Rothkupfererzkrystalle, Gyps und Eisenoxydhydrat.[7]

Nach Knop sind in Klein-Namaqua- und Damaraland Buntkupfererz, Kupferindig, Kupferglanz hervorgegangen aus Kupferkies. Von den Klüften aus geht er in Buntkupfererz über, und wo er sich in Trümern des Nebengesteins fortzieht, ist er von den Wänden her in Buntkupfererz umgewandelt und führt noch in der Medianebene, ohne dass sich Drusenräume gebildet hätten, Kupferkies. Jede Querkluft gibt Veranlassung zur weiteren Bildung von Rothkupfererz. Wo die Klüfte sich zu Spalten erweitern, sind sie aussen mit Kupferkies, oft auch mit Brauneisen, Quarz und Verwitterungsprodukten des Gesteins erfüllt, und es entsteht ein Netzwerk von Eisenkiesel, dessen Maschen von Buntkupfererz mit Kupferkieskernen ausgefüllt sind. Stark zerklüfteter Kupferkies ist nicht selten mit Covellin überzogen, selbst bis auf kleine Kerne in Covellin verwandelt.

Weiter oben im Gange bestehen die Erzknollen und Erznieren innen aus Kupferglanz, dessen Poren mit Rothkupfererz ausgefüllt sind, so dass das innige Gemenge nach aussen in derbes Rothkupfer verläuft, dessen Oberfläche und Drusenräume mit Rothkupferkrystallen bekleidet sind. Diese sind wiederum oft mit Beibehaltung der Form in dendritisches Gediegen-Kupfer übergeführt. Die Knollen liegen in einem lockeren Brauneisen, welches von Malachit, seltener von Kupferlasur durchzogen ist. Aus ihnen bildet sich nach oben der eiserne Hut, welcher zum Theil ebenso, zum Theil aus dichtem Kupferpecherz constituirt ist.

Die Entstehung des Rothkupfers aus Kupferglanz in den Knollen erläutert Knop durch die Formel $2\,Cu^2S + O = Cu^2O + 2\,CuS$; wobei durch weitere Oxydation des Covellins zu Kupfervitriol Rothkupfererz zurückbleibt.[8] Durch Einwirkung von freier Kohlensäure oder Schwefelsäure liefert Rothkupfererz Gediegen-Kupfer und Kupfersalz. ($Cu^2O + SO^3 = Cu + CuOSO^3$).

[1] Blum. Pseudom. 214. — [2] ib. I. 114. — [3] Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 520. — [4] Blum. Jahresber. d. Wetterauer Ges. 1861. 18. — [5] Wien. Akad. Ber. 44. 120. 1861. — [6] Geol. d. Renchbäder. 1863. 39. — [7] Knop. Jahrb. Miner. 1861. 541. — [8] Jahrb. Miner. 1861. 530—536.

Die Einwirkung von Silikatlösungen lässt in Südwestafrika nicht blos auf der Erzlagerstätte selbst, sondern auch weithin im Gestein Kieselkupfer entstehen, das oft nichts ist als ein mit Kieselkupfer mehr oder weniger durchdrungener Kaolin.[1]

Am Monte Caporciano, in den nach dem nahen Montecatini benannten Minen sind die oft grossen Kupferkieskugeln so umgewandelt, dass der mittlere Theil aus Buntkupfererz, das Aeussere aus Kupferglanz mit Gediegen-Kupfer, nicht selten in concentrischen Lagen, besteht. Das Eisen findet sich als Eisenglanz oder Brauneisen.[2]

Umänderungen von Buntkupfererz.

Der frische tombackbraune Bruch des Buntkupfererzes (m $Cu^2S + n\,CuS + FeS$, Krystalle $Cu^2S + CuS + FeS$) läuft sehr bald blauroth und taubenhalsig in feuchter Luft an.[3] Durch Verwitterung entstehen Ueberzüge von Malachit, Kupferlasur und Kieselkupfer; auch Kupferglanz und Kupferindig (s. Kupferkies.)

Nach Websky geht in Kupferberg, Schlesien, das Buntkupfererz über in ein mit Ocker verunreinigtes Rothkupfererz, welches mitunter Spuren von Blätterdurchgängen zeigt. Derbe Knoten aus Buntkupfererz fand er in dem dortigen Schwarzadlergang in Kupferpecherz umgewandelt, das nach ihm ein mit Eisenoxydhydrat verunreinigtes Kieselkupfer ist.[4]

Uebergänge von derbem Buntkupfererz in Kupferkies fand Blum in Leogang und Berggieshübel.[5] In einem krystallisirten Buntkupfererz von unbekanntem Fundort fand Varrentrapp Kerne von Kupferkies. Das erstere enthielt $6\,Cu^2S + 5\,CuS + 5\,FeS$.[6]

Haarkies (Millerit, Nickelkies, Ni S).

Radialfaserigen Nickelkies von Gap mine, Lancaster Co., Pennsylvanien, fand Genth oberflächlich mattschwarz und in Umwandlung zu Kupferglanz begriffen. Er enthielt dann 4,63 pCt. Kupfer.[7]

Polydymit (Ni^4S^5).

Laspeyres fand in Grünau, Sayn-Altenkirchen, Westphalen, den von Millerit, Nickelvitriol und etwas Schwefel begleiteten Polydymit bisweilen vollständig in rothbraune poröse Pseudomorphosen von wasserhaltigem Eisenoxydsulfat umgewandelt. Bei nicht ganz vollendeter Umwandlung ist die Grenze zwischen Kern und Umwandlungsrinde ganz scharf. Die Pseudomorphosen werden von frischem Millerit durchsetzt, der gleichzeitig mit dem Polydymit entstand.[8]

[1] l. c. 549. — [2] d'Achiardi. Miner. della Toscana. I. 39. II. 300; vom Rath. Zs. geol. Ges. 17. 294. 1865. — [3] Hausmann. Miner. I. 139. — [4] Zs. geol. Ges. 5. 426. 1853. — [5] Pseudom. 43. — [6] Pogg. Ann. 47. 372. 1839. — [7] Jahrb. Miner. 1862. 602. — [8] Verhandl. d. naturh. Vereins Rh. und Westfalens. 34. 38. 1876. J. pr. Chem. (2) 14. 400. 1876.

Umänderungen von Beyrichit ($2\,NiS + NiS^2$).

Liebe fand in Lammrichs Kaul Fundgrube am Westerwald Beyrichit, dessen Analyse ergab I, nach $2\,Ni\,S + Ni\,S^2$ berechnet 2.

	S	Ni	Fe	
I	42,86	54,23	2,79	= 99,88
2	42,42	54,80	2,78	= 100.

Den Beyrichit überzieht Haarkies (Ni S) in äusserst feinen Lamellen, seltner dendritisch oder feinkrystallinisch, und dringt vielfach in der Richtung der Spaltungsflächen in Gestalt scharf gesonderter Lamellen ein, öfter bis zur gänzlichen Verdrängung des Beyrichites. Nach Liebe entstand aus diesem der Haarkies.[1]

Umänderung von Kobaltnickelkies.

Kobaltnickelkies (Linnaeit, $Ni\,Co\,(Fe)^3\,S^4$) wird nach Dana[2]) in gelben Erdkobalt, d. h. in ein Gemenge von Kobaltblüthe und Pitticit, umgeändert.

Umänderungen von Antimonnickelglanz.

Arsenfreien Antimonnickelglanz (Ullmannit, $Ni\,S^2 + Ni\,Sb^2$) in Kalkstein von Waldenstein, Kärnten, fanden Rumpf und Ullik[3]) zu Pseudomorphosen von antimonsaurem Kalk ($3\,Ca\,O + 2\,Sb^2\,O^5 + 6$ aq) umgeändert; dieselbe Verbindung umgiebt als Kruste den Ullmannit und fand sich auch auf dem Gange als grünliche erdige Masse. Auf Grube Herkules bei Eisern, Siegen, fand Schnabel mit Antimonnickelglanz und Eisenspath als Verwitterungsprodukt erdigen Antimonocker mit $0{,}17$ pCt. Ni O; antimoniger Säure (Antimonoxyd-Antimonsäure) $84{,}85$ pCt.; Eisenoxyd und Wasser. Das Nickel ist als Sulfat fortgeführt und Antimon im Rückstand concentrirt worden.[4])

Silberglanz ($Ag^2\,S$, Glaserz).

Uebergänge von Silberglanz in Gediegen-Silber sind in Joachimsthal beobachtet. Vogl[5]) fand die Krystalle zum Theil zerfressen und die zerfressenen Stellen mit feinen Plättchen von Silber überdeckt oder die Hexaederflächen mit Silberplättchen übersäet. In Kongsberg[6]) ist der Silberglanz sehr gewöhnlich an seiner Oberfläche in Gediegen-Silber umgewandelt. Silberbleche aus Silberglanz entstanden fand Sandberger[7]) in Wolfach, Pseudomorphosen in Gediegen-Silber Frenzel in Schneeberg und Freiberg.[8])

Wasserdämpfe und $Ag^2\,S$ liefern bekanntlich metallisches Silber.

[1]) Jahrb. Miner. 1871. 842. — [2]) Mineral. 69. — [3]) Wien. Akad. Ber. 61. 365. 1870 und Jahrb. Miner. 1870. 355. — [4]) Pogg. Ann. 105. 146. 1858 und Jahrb. Miner. 1859. 288. — [5]) Gangverhältnisse Joachimsthals. p. 73. — [6]) Vom Rath. Jahrb. Miner. 1869. 441. — [7]) Jahrb. Miner. 1869. 312. — [8]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 291.

Lichtrothgülden ($3 Ag^2 S + As^2 S^3$) pseudomorph nach Silberglanz fand Blum[1]) in Grube Himmelfahrt, Freiberg. Die Umwandlung zeigt sich ungleich vorgeschritten, je nach der Dicke der Rothgültigerzrinde, endlich erhalten die jetzt meist zugerundeten Krystalle Risse und sind im Innern mehr oder weniger hohl. Die Umwandlung scheint namentlich da, wo die Krystalle aufgewachsen sind, begonnen zu haben, in den nach oben gerichteten Theilen sieht man noch Reste von Silberglanz vielfach durchlöchert. Die Pseudomorphosen sind mit Rothgültigkrystallen besetzt. An anderen Krystallen sieht man darunter das Rothgültigerz mehr oder weniger in den Silberglanz eindringen. Döll führt Pseudomorphosen an von Przibram,[2]) Vogl von Joachimsthal.

Eisenkies nach Silberglanz kommt vor in Joachimsthal nach Krantz.[3]) Die Pseudomorphosen haben an manchen Stellen noch eine Rinde von Silberglanz und zum Theil das Ansehen, als ob sie sich von innen nach aussen hin gebildet hätten. Nach Sillem finden sich auf der Grube Lazarus zu Marienberg Silberglanzwürfel, die innen in körnigen Eisenkies umgewandelt sind, während die Rinde aus Silberglanz besteht. Ein anderer Würfel besteht innen aus einem Gemenge von Silberglanz und Eisenkies.[4])

Strahlkies (Leberkies) nach Silberglanz fand H. Müller auf Wolfgang Spath,[5]) Schneeberg, Frenzel in Grube Sauschwart.[6])

Umhüllungspseudomorphosen von Strahlkies nach Silberglanz beschreibt Blum[7]) von Schemnitz. Bald ist der Silberglanz erhalten, bald zum Theil verschwunden, so dass zwischen Strahlkiesrinde und dem Silberglanzkern ein Zwischenraum entstand, bald ist der Silberglanz vollständig entfernt. Die aussen feindrusigen Pseudomorphosen sind innen rauh und bilden zum Theil nur eine dünne Rinde, zum Theil sind sie mit einer porösen Masse von Strahlkies mehr oder minder erfüllt.

Auf Grube Vereinigt Feld bei Freiberg fand Stelzner ähnliche, zunächst aus einer etwa 1 mm starken Rinde von äusserst feinkörnigem Markasit bestehende Umhüllungspseudomorphosen nach Glaserz, vorherrschend Oktaeder mit untergeordnetem Hexaeder. Gewöhnlich ist das Glaserz vollständig verschwunden und der so entstandene Hohlraum ganz oder zum Theil mit derbem oder krystallisirtem Schwefelkies erfüllt. Die meisten Pseudomorphosen sind dicht besetzt mit einer Rinde von Lichtrothgültigkryställchen, die das Material des eben erst zerstörten Glaserzes in einer neuen Verbindung festhielten.[8]) Es ist also Schwefelarsen zugetreten.

Sternbergit ($Ag Fe^2 S^3$).

Döll fand in Drusenräumen blättrigen Markasites aus Joachimsthal Sternbergit in Markasit umgewandelt, darüber dünne Häutchen von Silberglanz.[9])

[1]) Pseudom. III. 37. — [2]) Tschermak. Min. Mitth. 1874. 87. — [3]) Blum. Pseudom. III. 245. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 331. und 1852. 531. — [5]) Blum. Pseudom. III. 249. = Cotta. Gangstudien. II. 343. Begleitet von Leberkies nach Silber. — [6]) Miner. Lex. f. Sachsen. 198. — [7]) Blum. Pseudom. II. 120. — [8]) Jahrb. Miner. 1869. 480. — [9]) Verh. geol. Reichsanst. 1876. 144.

Umänderungen von Realgar (As S).

Realgar liefert nach Volger[1]) selbst in den Mineralienkabinetten Operment ($As^2 S^3$) und Arsenolith ($As^2 O^3$), so dass Operment, das nie frei ist von arseniger Säure, stets ein Umwandlungsprodukt sein soll. Ob stets? Wasser zerlegt Operment in $S H^2$ und $As^2 O^3$.

Realgar findet sich häufig mehr oder weniger tief in Operment verändert; zuerst zeigt sich ein Ueberzug, dann werden die Krystalle rissig und zerfallen gänzlich.[2]) Beide Minerale, häufig neben einander vorkommend, sind oft aus Arsensulfosalzen ausgelaugt, liegen daher direkt auf diesen oder in ihrer Nähe.

Pharmakolith pseudomorph nach Realgar erwähnt Sillem von Joachimsthal.[3]) Auch in Schara-Dorna, Bukowina, neben Auripigment, Realgar, Kalk beobachtet.[4])

Umänderungen von Grauspiessglanz (Antimonglanz, Antimonit, Stibnit) $Sb^2 S^3$.

Grauspiessglanzerz liefert Rothspiessglanz (Antimonblende, $2 Sb^2 S^3 + Sb^2 O^3$), Valentinit (Antimonblüthe), Senarmontit (beide $Sb^2 O^3$), Antimon, Allemontit (Arsenantimon, As, Sb). Ferner entstehen aus Antimonglanz und anderen Antimonerzen Cervantit (Antimonocker zum Theil) $Sb^2 O^3 + Sb^2 O^5$; Stiblith (Antimonocker zum Theil) $Sb^2 S^3 + Sb^2 O^5 + 2$ aq; Stibioferrit (wasserhaltiges antimonsaures Eisenoxyd); Schwefel und einige andere Produkte.[5]) Pseudomorphosen in Zinnober sind beobachtet.

Schon Mohs bemerkt, dass das häufige Anlaufen des Grauspiessglanzes seine Grenze mit Annahme der rothen Farbe zu erreichen scheine und diese Abänderung mache, begleitet von den eigenthümlichen Verhältnissen des Glanzes und des Bruches, den Uebergang in Rothspiessglanz. Dieser Umwandlung unterliegen besonders die haar- und nadelförmigen Krystalle; so in Bräunsdorf;[6]) Felsöbanya; Pernek (der oft angegebene irrthümliche Fundort Malatzka liegt $1^3/_4$ Meilen NW. von Pernek;[7]) Kapnik; Andreasberg; Przibram, Ferdinandsschacht; Pereta und Selvena, Toscana;[8]) Cap Calafuria bei Livorno;[9]) Borneo. Oft enthält der Rothspiessglanz Partien von unverändertem Grauspiessglanz, oft treten beide Mineralien einander begleitend auf, oft überzieht Rothspiessglanz den Grauspiessglanz.

Volger beobachtete an einer Stufe aus den toskanischen Maremmen, dass Grauspiessglanz zuerst in Antimonblüthe und Antimonocker umgewandelt wurde, und dass aus diesem erdiges Rothspiessglanzerz hervorging.[10])

[1]) Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. 1854. 35. 42. — [2]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterreich. I. 375. II. 270. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 515. = Blum. Pseudom. II. 92. — [4]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterreich. I. 314. — [5]) Volgerit Dana und die Analyse der Antimonblüthe von Constantine nach Cumenge bedürfen der Bestätigung. — [6]) Blum. Pseudom. 172. und II. 67. vergl. Haidinger. Pogg. Ann. 11. 367. und ff. — [7]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterr. 248. 327. II. 248. — [8]) Coquand. Bull. géol. (2) 6. 122. 1849. vergl. d'Achiardi. Mineralogia della Toscana II. 312. — [9]) Bull. Com. geol. d'Italia. 1877. 74. C. de Stefani. — [10]) Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. 1854. 67.

Besonders die feinstrahligen und büschelförmigen Varietäten des Grauspiessglanzerzes ändern sich in Antimonblüthe um, zum Theil mit Beibehaltung der früheren Gestalt. Die feinen Nadeln werden zuerst auf der Oberfläche rauh, dann gelblichweiss und zeigen bisweilen innen noch einen Kern des ursprünglichen Minerals, endlich sind sie ganz in Antimonblüthe umgewandelt. Häufiger verschwindet die Form des Grauspiessglanzes. In Bräunsdorf;[1]) Constantineh;[2]) Pernek, Felsöbanya, Aranyidka, Mito, Ungarn; Przibram;[3]) Borneo kennt man diese Umwandlung.

Nach Reuss ist in Przibram, Ferdinandschacht, schaliger Allemontit und schaliges Antimon aus Grauspiessglanz hervorgegangen. Zwischen den Schalen liegen oft noch einzelne Schichten von Grauspiessglanz.[4]) In Krasnahora[5]) (Schönberg) in Böhmen sind die Grauspiessglanzkrystalle zum Theil oder ganz in Cervantit umgeändert. Sonst in Pereta, in Micciano, Montauto, Prataccio, Cap Calafuria bei Livorno, Toscana,[6]) als Ueberzug auf Grauspiessglanz, und an anderen Orten vielfach in Begleitung des Grauspiessglanzes beobachtet (Cervantes, Galicia); so in Borneo.

Schöne Pseudomorphosen von Antimonit in Antimonocker finden sich in Grube Silbersand bei Mayen.[7])

Stiblith nach Antimonglanz führt Blum an von Kremnitz; Felsöbanya; Grube Carmen im Distrikt Zacualpan, Mexico; Distrikt Losacio, Provinz Zamora, Spanien; Goldkronach; Provinz Constantineh; Neustift, Eisenburger Comitat, Ungarn[8]) (nach Zepharovich ist das westlich gelegene Pinkafeld der Fundort). Oft ist noch ein Kern von Antimonglanz vorhanden, bisweilen wechseln Lagen von Stiblith und Antimonglanz parallel $\infty P \breve{\infty}$, bisweilen ist das Innere hohl. Im Stiblith von Borneo fand Frenzel reichlich antimonsauren Kalk.[9]) Selten findet sich wie in den Sawinsker Gruben bei Nertschinsk bei Oxydation des Antimonglanzes zu Stiblith noch Schwefel ein.

Ueberzüge von Stibioferrit auf Antimonglanz in St. Clara Co., Californien, fand E. Goldsmith.[10])

Wo Antimonglanz neben Bleiglanz vorkommt, entsteht Bleiniere (Antimonsäure, Bleioxyd, Wasser).

Sandberger[11]) beschreibt aus Huitzuco, Provinz Guerrero, Mexiko, die Umwandlung von grossblättrig strahligem oder stengligem Antimonglanz in Zinnober, wobei die Pseudomorphosen nur noch Spuren von Antimon enthalten. Der in dichtem Quarz vorkommende Antimonglanz erhält zuerst nur einen Rand von gelbem Stiblith, wird dann ganz in diesen umgewandelt und zugleich ganz oder theilweise mit amorphem Schwefelquecksilber (Metacinnabarit) imprägnirt. Endlich gehen die schwarzen stengeligen Massen in Zinnober über, der von den

[1]) Blum. Pseudom. 170. — [2]) Blum. Pseudom. III. 168. Oft mit Stiblithrinde überzogen. — [3]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterr. I. 463. II. 335. Malackza = Pernek. — [4]) Wien. Akad. Ber. 22. 156. 1857. — [5]) v. Zepharovich. l. c. II. 90. — [6]) d'Achiardi. Miner. della Toscana. I. 63. C. de Stefani. l. c. — [7]) Groth. Miner. Univers. Strassburg. 1878. 117. — [8]) Pseudom. 171. I. 90. III. 168. — [9]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 299. — [10]) Sec. appendix to the fifth edit. of Dana's Miner. by E. Dana. 1875. 53. — [11]) Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissensch. 1875. 203; Jahrb. Miner. 1875. 874.

Blätterdurchgängen beginnt und allmählich tiefer eindringt: in den erdigen, brüchigen, cochenillrothen Massen, welche fast ganz aus Zinnober bestehen, geht die Spaltbarkeit des Antimonglanzes nicht verloren. Nur wo die Imprägnation des Stiblithes mit Metacinnabarit und Zinnober vorkommt, sieht man viel späthigen Gyps auf Klüften und Blätterdurchgängen in die Stengel dringen. Drang etwa Schwefelcalcium, welches Schwefelquecksilber gelöst hielt, ein? Da Fleck[1]) und Wagner[2]) nachgewiesen haben, dass Schwefelbarium im Stande ist Schwefelquecksilber zu lösen, so darf man diese Fähigkeit auch dem Schwefelcalcium zuschreiben und so die Entstehung der Pseudomorphosen erklären. Nach späterer Angabe sind die Pseudomorphosen wohl aus Livingstonit entstanden.[3])

In Bräunsdorf bricht mit Quarz und Strahlkies grüner Antimonhypochlorit ein, der nach Frenzel aus etwa 86 pCt. $Si O^2$, 8 pCt. $\ddot{F}e$, 5 pCt. $Sb^2 O^3$ besteht.[4]) Ein Gemisch, das als Produkt einer complicirten Verwitterung anzusehen ist.

Als herrührend aus antimonhaltigen Blei- und Silbererzen führt Dana[5]) auf Partzit und Stetefeldtit; wohl Gemische.

Umhüllungsspeudomorphosen von Antimonit durch Quarz erwähnen Döll aus Waldenstein, Kärnten,[6]) Coquand aus Pereta, Toscana;[7]) durch Chalcedon Blum aus Kremnitz.[8])

Umwandlungen von Antimonblende ($2 Sb^2 S^3 + Sb^2 O^3$).

Antimonblende fand Reuss in Pernek, Ungarn, in Valentinit ganz oder zum Theil verwandelt,[9]) Vogl in Joachimsthal von Antimonocker begleitet.[10])

Umwandlungen von Wismuthglanz.

Wismuthglanz ($Bi^2 S^3$) liefert Wismuthocker ($Bi^2 O^3$) und Wismuthspath (Bismuthit, basisches wasserhaltiges Wismuthoxydkarbonat). Knop fand zwischen Liebenzell und Calmbach, Schwarzwald, Pseusomorphosen in Bismuthit.[11]) Pseudomorphische Massen von Wismuthspath nach Wismuthglanz, mit nicht umgeänderten blättrigen Massen von Wismuthglanz und mit Gediegen-Wismuth, von Meymac, Département de la Corrèze, erwähnt Des Cloizeaux.[12]) Blum[13]) sah Wismuthglanznadeln von Orawitza fast vollständig in Wismuthocker verwandelt; Peters[14]) in Rezbanya, H. Müller in Rauh's-Glück bei Aue.

Umwandlung von Molybdänglanz.

Molybdänglanz ($Mo S^2$) liefert gelben Molybdänocker ($Mo O^3$); so in Linnås, Bispberg (Schweden); Nummedalen, Norwegen; Schottland; Schlaggenwald;

[1]) J. pr. Chem. 99. 247. 1866. — [2]) ib. 98. 23. 1866. Schwefelquecksilber ist in alkalischen und alkalisch-erdigen Schwefelmetallen löslich. — [3]) Jahrb. Miner. 1876. 281. — [4]) Min. Lex. f. Sachsen. p. 158. — [5]) Mineral. 188. — [6]) Verh. geol. Reichsanstalt. 1876. 111. — [7]) Bull. geol. (2) 6. 121. 1849. — [8]) Pseudom. III. 228; zum Theil mit Kernen von Stiblith. — [9]) Blum. Pseudom. III. 168. = Wien. Akad. Ber. 10. 62. 1853. — [10]) Gangverhältnisse Joachimsthals. 1856. 172. — [11]) Groth. Min. Univers. Strassburg. 1878. 140. — [12]) Manuel de Minér. II. 185. — [13]) Pseudom. III. 171. — [14]) Wien. Akad. Ber. 44. 121. 1861.

Berggieshübel, Friedrich Stollen; Altenberg, Sachsen; Yea, Victoria; Pfitsch; Pitkäranta; Adun Tschilon; Chester, Delaware Co., Pennsylvanien u. s. w.

Umwandlung von Zinnober.

Zinnober (Hg S) liefert Quecksilber a., Quecksilberhornerz b. und Amalgam c. durch complicirte Verwitterung. a) Giftberg in Brezina bei Komorau, Böhmen; Moschellandsberg; b) Giftberg bei Komorau, Böhmen; Moschellandsberg; Idria; Almaden; c) Brezina, Böhmen.

Nach Breithaupt entstand das Quecksilberhornerz in Moschellandsberg aus Quecksilber und das dortige Amalgam aus quecksilberhaltigem Fahlerz.[1])

Nach Frenzel findet sich bei Tegora und Gading, Sarawak, in Drusenräumen eines eisenkiesreichen, Zinnober führenden Gesteins Quecksilberhornerz.[2])

b) Umänderung der Sulfosalze.

Antimonsilberblende (Pyrargyrit).

Antimonsilberblende (Dunkelrothgültigerz) $3\,Ag^2\,S + Sb^2\,S^3$ ist, wie Arsensilberblende, dem Anlaufen unterworfen. Die durch Fortführung von $Sb^2\,S^3$ entstehenden Pseudomorphosen in Silberglanz ($Ag^2\,S$) sind nicht selten. Die Umwandlung beginnt da, wo die Krystalle aufgewachsen sind, und es lassen sich alle Grade der Umänderung wahrnehmen. Die Krystalle werden schwärzlichbleigrau, die Flächen durch Hervortreten von Silberglanzkrystallen drusig, die Kanten des vorherrschenden Rhomboeders matt und treppenförmig, endlich geht die Schärfe der Krystalle verloren. Grube Kurprinz bei Freiberg; Junger Lazarus bei Marienberg;[3]) bei Schneeberg; Johann-Georgenstadt; Weipert;[4]) Joachimsthal; Guanajuato, Mexico.[5]) Auch in Przibram scheint nach Reuss Silberglanz aus Pyrargyrit hervorzugehen.[6]) Dendritisches Dunkelrothgültigerz in allen Stadien der Umwandlung zu Silberglanz und Gediegen-Silber beobachtete Sandberger in Wolfach, badischer Schwarzwald, auf Klüften weissen Barytes.[7]) Ferner entsteht dort Polyargyrit ($12\,Ag^2\,S + Sb^2\,S^3$); hier ist also $Sb^2\,S^3$ nicht völlig entfernt.[8])

Endlich wird aller Schwefel und alles Antimon abgeschieden und es bleibt reines Silber übrig, das sich nach Breithaupt in hohlen Pseudomorphosen[9]) auf Grube Sauschwart bei Schneeberg und Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf,[10]) nach Reuss[11]) und Döll[12]) in Przibram feinporös findet.

Wird Dunkelrothgültigerz in silberreichere Produkte umgewandelt, so scheidet sich häufig Antimonglanz ab. So nach Sandberger in Wolfach,[13]) wo Antimonglanz eine sehr junge Bildung darstellt.

[1]) Paragenesis. 258. — [2]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 302. — [3]) Blum. Pseudom. 21. Ohne Angabe ob Pyrargyrit oder Proustit. — [4]) ib. II. 16. und III. 25. Ebenso. Nach Sillem (Jahrb. Miner. 1852. 532) in Marienberg und Johanngeorgenstadt nach Pyrargyrit, nach Reuss ebenso in Weipert. — [5]) Nach Don Severo Navia in E. Dana Sec. app. to Dana's Mineral. 1875. 45. — [6]) Wien. Akad. Ber. 22. 195. 1857. — [7]) Jahrb. Miner. 1869. 268. — [8]) ib. 311. — [9]) Blum. Pseud. III. 25. — [10]) Paragenesis. p. 152. = Blum. Pseudom. III. 25. — [11]) Wien. Akad. Ber. 22. 192. 1857. — [12]) Tschermak. Mineralog. Mitth. 1874. 86. — [13]) Jahrb. Miner. 1869. 316.

Arsensilberblende (Proustit).

Dendriten und plattgedrückte Krystalle von Arsensilberblende (Lichtrothgültigerz, $3\,Ag^2\,S + As^2\,S^3$) fand Sandberger in Wittichen (Schwarzwald) in Silberglanz umgewandelt. Aus solchen pseudomorphen Gestalten brechen an den Seiten dünne Drähte von Silber hervor, Auripigment fehlt in der Nähe derselben nie. Das Schwefareisen wurde durch alkalische Flüssigkeiten ausgezogen.[1]) An Joachimsthaler Vorkommen fand Vogl Ränder von Silberglanz[2]) (siehe auch Silber).

Eisenkies nach Arsensilberblende, bisweilen noch mit Kernen von letzterem, fanden H. Müller auf Wolfgangspath in Schneeberg,[3]) Zippe in Joachimsthal;[4]) Strahlkies (Leberkies) nach Arsensilberblende ebenda Vogl,[5]) Zippe, Müller.[6]) Einige Pseudomorphosen sind hohl oder enthalten noch Reste des zerstörten Rothgültigerzes. Nach Vogl sind es nicht Umhüllungspseudomorphosen.

Lichtrothgültigerz führt Breithaupt an als umgeändert in Magnetkies.[7]) Zerrenner fand die Hohlräume der Arsensilberblende von Grube Himmelfahrt, Freiberg, mit parallel zusammengelegten Lamellenbündeln von Feuerblende ausgekleidet. Auf den Wandungen, mehr oder weniger von Arsensilberblende eingeschlossen, sitzen Silberkieskrystalle,[8]) welche nach Sartorius in Joachimsthal mit Proustit verwachsen vorkommen und aus $Ag^2\,S + 3\,Fe^2\,S^3$ bestehen[9]) (vergl. bei Sprödglaserz).

Einwirkung von Lösungen auf Sprödglaserz (Stephanit, Melanglanz).

Sprödglaserz ($5\,Ag\,^2S + Sb^2\,S^3$), oft von zerfressenem Ansehen oder matt schwarz und glanzlos, findet sich in Silber umgeändert in Przibram nach vom Rath. Die Pseudomorphosen sitzen auf Bleiglanz.[10]) Reuss bemerkt, dass auf dem Barbaragang (12 Lauf) in Przibram Stephanit vorzugsweise das Material zur Bildung des drahtförmigen Gediegen-Silbers geliefert habe, so wie auch zu vermuthen sei, dass der jüngere Stephanit und Polybasit sich aus dem älteren, dem Bleiglanz innig beigemengten Stephanit entwickelt habe. Der Stephanit ist oft porös zerfressen und hat ein mulmiges, erdiges Ansehen.[11])

Nach Zippe[12]) erwähnt Blum Pseudomorphosen in Eisenkies von Joachimthal; ferner von Grube S. Joaquim, Mexiko, wo die aussen rauhen Krystalle manchmal innen drusig sind. Als hierher gehörige Pseudomorphosen bezeichnet Blum die sechsseitigen, rauhen, drusigen, von Gediegen-Silber begleiteten, zu-

[1]) Jhb. Min. 1868. 403. Antimonsilberblende kommt in Wittichen nicht vor. ib. 1877. 167. — [2]) Gangverhältnisse etc. 82. 87. — [3]) Blum. Pseudom. III. 245. = Cotta. Gangstudien. II. 344. — [4]) Jahrb. Miner. 1834. 560 = Blum. Pseudom. 304. „Rothgültigerz" ohne weitere Angabe. — [5]) l. c. p. 86. — [6]) Blum. Pseudom. 304. und III. 249. — [7]) Dana. Miner. 96. — [8]) Zs. geol. Ges. 24. 168. 1872. - [9]) Jahrb. Miner. 1866. 726. — [10]) Pogg. Ann. 111. 26. 1860. = Blum. Pseudom. III. 24. Vergl. v. Zepharovich. Wien. Akad. Ber. (1) 69. 33. 1874. — [11]) Jahrb. Miner. 1860. 713 und 715. — [12]) ib. 1834. 560.

weilen hohlen Säulen von Eisenkies und Strahlkies (Leberkies) der Freiberger Erzgänge.[1])

Nach Zippe kommt Strahlkies (in tafelförmigen Krystallen) nach Sprödglaserz in Joachimsthal vor, ebenso nach Mohs in Derbyshire.[1]) Tschermak findet es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die von Zippe aus Joachimsthal beschriebenen Pseudomorphosen von Leberkies nach Stephanit (und Pyrargyrit) Silberkies gewesen seien, in welchem Mineral Markasit, Pyrargyrit, Pyrrhotin und Argentit zonenweise vertheilt sind.[2]) Nach Schrauf ist Silberkies nicht pseudomorph, vielmehr isomorph mit Sternbergit.[3])

Arsenkies nach Melanglanz führt Blum von Freiberg an,[4]) Döll Proustit nach Stephanit von Przibram,[5]) wobei ein Theil des Schwefelsilbers als Silberglanz abgeschieden wurde.

Polybasit [$n\,Ag\,(Cu)^2\,S + Sb\,(As)^2\,S^3$, *Eugenglanz*].

Reuss fand in Przibram frühere Krystalle von Polybasit innen aus einem sehr porösen, feinkörnigen Gemenge von Eisenkies und Sprödglaserz bestehend. Die sehr unebene und drusige Oberfläche ist mit sehr kleinen Pyriten besetzt. Eine zweite Druse von Przibram zeigte an den umgeänderten Polybasiten drei Schichten im Querbruch: eine mittlere aus Eisenkies und zwei seitliche aus Sprödglaserz. Zuerst war also der Polybasit von aussen nach innen in Sprödglaserz umgewandelt, während der Hohlraum der Mitte später durch Eisenkies erfüllt wurde.[6]) Bisweilen zeigt der derbe Polybasit des Johannesganges in Przibram nach Reuss zerfressene Oberfläche und dünne Ueberzüge mit rothem Eisenocker.[7]) Am Adalbertigang und Fundgrubener Gang fand er Pseudomorphosen in feinkörnigen Pyrit.[8]) Blum fand in Przibram Pseudomorphosen mit ziemlich glatten Flächen und mit scharfen Kanten und Ecken ganz aus Eisenkies bestehend, der im Inneren mit kleinen Hohlräumen durchzogen ist,[9]) Babanek hexagonale Tafeln ganz in Pyrit umgewandelt auf dem Wenzler Gang.[10])

Zerrenner erwähnt Markasit in Pseudomorphosen nach Polybasit in der Form $0R \cdot \infty R \cdot +R \cdot -R$,[11]) H. Müller Strahlkies (Leberkies) nach Polybasit von Sidonie-Spathgang bei Schneeberg.[12])

Kupferantimonglanz ($Cu^2\,S + Sb^2\,S^3$).

Als wahrscheinlich aus Kupferantimonglanz (Chalkostibit) hervorgegangen beschreibt Domeyko aus der Potochikupfergrnbe bei Huanvelica, Peru, ein

[1]) Pseudom. 300. Auch Sillem (Jahrb. Miner. 1852. 532) führt Markasit nach Sprödglaserz von Freiberg an. — [2]) Jahrb. Miner. 1867. 199. Aus Wiener Akad. Ber. Bd. 54. — [3]) Wien. Akad. Ber. (1. Abth.) 64. 192. 1871. — [4]) Pseudom. III. 249. — [5]) Tschermak. Miner. Mitth. 1874. 87. — [6]) Wiener Akad. Ber. 10. 46. 1853. = Blum. Pseudom. III. 246. und 25. — [7]) Jahrb. Miner. 1860. 716. Aus Lotos. 1859. — [8]) Wiener Akad. Ber. 47. 44. 1863. — [9]) Pseudom. III. 25. — [10]) Tschermak. Miner. Mitth. 1875. 88. — [11]) Jahrb. Miner. 1870. 231. — [12]) Blum. Pseudom. III. 287. = Cotta. Gangstudien. II. 343.

schwarzes oder grünlichschwarzes, amorphes Mineral, das, abgesehen von basisch schwefelsaurem Kupferoxyd, aus 32,93 pCt. $Sb^2 O^4$; 32,27 Cu O; 11,14 $\ddot{\text{F}}\text{e}$; 0,50 Zn O; 1,00 $S O^3$; 18,53 pCt. Wasser besteht.[1])

Umänderung des Klaprothits ($3 Cu^2 S + 2 Bi S^3$).

Der Klaprothit der Grube Daniel bei Wittichen u. s. w. kommt mit eingemengtem Kupferkies und Gediegen-Wismuth vor. Der strahlgraue, ins Speisgelbe geneigte Bruch läuft schon nach kurzer Zeit messinggelb und später bunt an. Durch Umsetzung mit Karbonaten liefert er nach der Oxydation ein erdiges, spangrünes Gemenge von Malachit, Wismuthit und Eisenoxydhydrat oder gelbe erdige Pseudomorphosen von Wismuthit, welche noch etwas Eisen und Kupfer enthalten (Christophsaue bei Freudenstadt und Schottenhöfe bei Zell) oder rein weissen Wismuthit. In Christophsaue ist der Wismuthit noch weiter verändert; den weichen erdigen Kern umgiebt eine nelkenbraune Hülle von Kieselwismuth. In der Grube Daniel bei Wittichen kommt nach Sandberger Kupferkies in allen Stadien der Pseudomorphosenbildung nach Klaprothit vor.[2])

Umänderung des Emplectites (Kupferwismuthglanz zum Theil, $Cu^2 S + Bi^2 S^3$).

Emplectit liefert durch Oxydation Wismuthocker.

An sächsischem Emplectit fand Sandberger die Umwandlung in Kupferkies von aussen nach innen bis zum vierten Theil des Krystalldurchmessers vorgeschritten.[2])

Umänderungen des Nadelerzes $\left.\begin{matrix} Cu^2 S^3 \\ 2 Pb S \end{matrix}\right\} + Bi^2 S^3$.

Nadelförmige Pseudomorphosen von Bismuthit (basischem Wismuthkarbonat) nach Nadelerz finden sich nach v. Hornberg[3]) im Brauneisen auf Grube Siebenhitz bei Hof.

Das Nadelerz der Gegend von Beresowsk[4]) ist von aussen nach innen in eine gelblich erdige Masse von Wismuthocker ($Bi^2 O^3$) umgewandelt; zuweilen ist noch ein Kern von Nadelerz vorhanden, bisweilen sind die Pseudomorphosen hohl. Dieselbe Umwandlung findet sich in Ullersreuth, Voigtland, und bei Sparrenberg im Fichtelgebirge,[5]) an beiden Orten in dichtem Brauneisen; auch in Drusenräumen des Barytes von Schriesheim. Hier und in Beresowsk zeigen die Umwandlungen nicht selten einen feinfaserigen Malachitüberzug, in dem bisweilen noch Bleikarbonat sich findet; in der Nähe kommen auf Klüften bei Beresowsk Lasur und Malachit vor.

Nach Genth sind die Nadelerzkrystalle von Georgia (wohl von Goldhill, Rowan Co., Nord-Carolina, Dana,) in Wismuthocker oder kupferhaltigen Bismuthit umgewandelt und haben bisweilen einen Kern von Gold.[6])

[1]) E. Dana. Second appendix to Dana's Mineralogy. 1875. 53. — [2]) Jahrb. Miner. 1865. 277 und ff. und 1868. 477. 419. — [3]) Blum. Pseudom. III. 275. — [4]) Blum. Pseudom. 173. Nach G. Rose. Reise nach dem Ural. I. 197. — [5]) Nach Suckow 96,5 pCt. $Bi^2 O^3$; 1,5 pCt. $As^2 O^3$; 2 pCt. Brauneisenerz enthaltend. — [6]) Dana. Miner. 100. Aus Sill. Am. J. Sc. (2) 33. 190. 1862.

Breithaupt beobachtete in Löhma bei Schleiz Nadelerz ganz oder zum Theil in Kupferkies verwandelt, mit deutlicher Raumveränderung.[1])

Clarit ($Cu^3 As S^4$).

Der in Schwerspath vorkommende Clarit ($3 Cu^2 S + As^2 S^5$, zusammengesetzt wie Enargit, aber monoklin) der Grube Clara im hintern Rankachthal, Schwarzwald, wird nach Sandberger[2]) in Kupferkies und Kupferindig umgewandelt. Im ersten Falle wird unter deutlichster Erhaltung der Form, also äusserst langsam, sämmtliches Fünffach-Schwefelarsen durch Schwefeleisen, $Fe^2 S^3$, ersetzt, welches in Schwefelbarium schwerer löslich ist als ersteres. Die Bildung dieser Pseudomorphose kann nur bei Abschluss der Luft erfolgt sein. Kupferindig scheint auf zweierlei Art sich aus dem Clarit zu bilden: direkt oder nach der Umwandlung in Kupferkies. „Im ersten Falle bemerkt man nur Partikel von frischem bleigrauem Clarit, im zweiten messinggelbe von Kupferkies in der schwarzblauen erdigen Masse. Beide Mal scheint die Oxydation des Schwefeleisens (und Schwefelzinks) die Bildung des Kupferindigs einzuleiten, Zink und Eisen in Form von Vitriolen, Arsen als Arsensäure ausgelaugt zu werden." Arsensaures Kupferoxyd liess sich nicht nachweisen. In den Höhlungen, welche früher Claritkrystalle enthielten, sind noch pulverige Ueberzüge von Brauneisen und Krusten wohl von antimoniger Säure. (vergl. Kupferkies).

Umänderungen des Fahlerzes.

Die in den Fahlerzen auftretenden Sulfide

$Ag^2 S$	$Fe S$	$Sb^2 S^3$
$Cu^2 S$	$Zn S$	$As^2 S^3$
	$Hg S$	$(Bi^2 S^3)$
	$(Co S)$	
	$(Ni S)$	

kommen in verschiedenen Mischungen vor, in denen $Cu^2 S$ nie fehlt. Rammelsberg unterscheidet

Antimonfahlerz: S, Sb, Ag, Cu, Zn, Fe;

Antimonarsenfahlerz: S, Sb, As, Ag, Cu, Fe, Zn; zum Theil mit Hg, Co, Ni, Bi;

Arsenfahlerz: S, As, Cu, Fe, Zn (Tennantit, Kupferblende).

Die Verwitterung und Umänderung der Fahlerze liefert je nach dem Verlaufe der Processe Verschiedenes: Schwefelverbindungen; Oxyde und Oxydhydrate; Arseniate; Karbonate; seltener Phosphate, während die durch Oxydation entstandenen Sulfate meist in Lösung weggeführt werden oder in Verbindung mit Arseniaten (so z. B. als Pittizit) auftreten.

[1]) Jahrb. Miner. 1854. 77; Paragenesis. 178. = Blum. Pseudom. 173. — [2]) Jahrb. Miner. 1875. 386. Weisbach bezeichnet dasselbe Mineral als Luzonit (Jahrb. Miner. 1874. 975. und 1875. 627).

Durch einfache Oxydation liefern die Antimonfahlerze endlich Malachit oder Lasur, Antimonoxyde und Brauneisenocker, etwaiger Gehalt an Schwefelquecksilber bleibt dabei als schwer oxydirbar häufig zurück. Auch Kupferschwärze wird angeführt. Die Veränderung beginnt mit der Bildung von Anlauffarben durch Bildung von Kupferindig (Cu S). An dem Antimonfahlerz von Andreasberg sah Sandberger aus den geborstenen Krystallen Kupferindig hervortreten und andere Krystalle aussen vollständig mit pulverigem Kupferindig überzogen. Dieselbe Erscheinung sah Sandberger an dem Arsenfahlerz (Tennantit) von Cornwall.[1])

Eine amorphe, spröde, grüne bis leberbraune Substanz, Zersetzungsprodukt von Fahlerz aus Oberrochlitz am Südabhang des Riesengebirges, fand Herter bestehend aus 24,67 pCt. Antimonsäure, 7,24 pCt. Arsensäure, 31,49 pCt. Kupferoxyd, 0,68 pCt. Bleioxyd, 2,05 pCt. Silberoxyd, 8,38 pCt. Eisenoxydul, 14,24 pCt. Kieselsäure, 2,16 pCt. Kalk, 0,56 pCt. Magnesia, 0,21 pCt. Thonerde, 8,08 pCt. Wasser. Die Zusammensetzung schwankt, in lichteren und leberbraunen Varietäten sinkt der Kupfergehalt auf 16 pCt.[2])

Das silberreiche Antimonfahlerz der Grube Wenzel bei Wolfach im badischen Schwarzwald besteht nach H. Rose aus S 23,52 pCt., Sb 26,63 pCt., Ag 17,71 pCt., Cu 25,28 pCt., Fe 3,72 pCt., Zn 3,10 pCt. = 99,91 pCt. Nach Sandberger[3]) ist es zum Theil mit einer zusammenhängenden Decke von Kupferkieskrystallen überzogen, zum Theil sind diese Krystalle nur in Gruppen aufgestreut. Unter der höchstens 1/2 mm. dicken Kupferkiesschicht ist die nächste Schicht matt, schwarzgrau, zeigt warzenartig hervorragende Krystallenden und lässt sich von dem frischen Kern ablösen. Sie enthält sehr wenig Antimon. Sandberger sieht sie als Kupferglanz an; sie ist zuweilen nicht matt, sondern lasurblau angelaufen, herrührend von einer lokalen Umwandlung in Kupferindig. Auf und zwischen der Kupferkiesschicht der veränderten Fahlerze und nur dort liegen in Wolfach Gruppen von Sprödglaserzkrystallen und sehr vereinzelt Blende, alle drei Mineralien sind also aus dem Fahlerz hervorgegangen. Berechnet man darnach die Umwandlung, so liefert das Wolfacher Antimonfahlerz

			S	Sb	Ag	Cu	Fe	Zn
Zinkblende	4,63 pCt.	=	1,53	—	—	—	—	3,10
Sprödglaserz[4])	25,90	=	4,19	4,00	17,71	—	—	—
Antimonglanz	31,54	=	8,91	22,63	—	—	—	—
Kupferkies	12,18	=	4,25	—	—	4,21	3,72	—
Kupferglanz	26,32	=	5,30	—	—	21,02	—	—
	100,57	=	24,18	26,63	17,71	25,23	3,72	3,10
Analyse	99,91	=	23,52	26,63	17,71	25,23	3,72	3,10

Bei vollständiger Durchführung des Processes würden sich mit Kupferkies überzogene Pseudomorphosen von Kupferglanz nach Fahlerz bilden, und Antimon-

[1]) Jahrb. Miner. 1865. 588. — [2]) Jahrb. Reichsanstalt. 10. 20. 1859; Zs. geol. Ges. 9. 372. 1857. — [3]) Jahrb. Min. 1869. 302. — [4]) Sprödglaserz = $5 Ag^2 S + Sb^2 S^3$.

glanz, als sehr neue Bildung in Wolfach beobachtet, Blende, Kupferkies, Sprödglaserz austreten.

Die Verwitterung beginnt mit Mattwerden, dann folgen tiefblaue Anlauffarben. Gänzliche Zerstörung zu einer braunrothen, fettglänzenden Masse wurde beobachtet, auf welcher Antimonblüthe, meist durch Stiblith gelblich gefärbt, als Ausblühung vorkam.

Die bekannten, namentlich auf den Gruben Zilla und Alter Segen in Clausthal vorkommenden, mit Kupferkies überzogenen Antimonfahlerzkrystalle (mit etwa 5 pCt. Silber, $2{,}5$ pCt. Eisen, $5{,}6$ pCt. Zink) zeigen nach Volger in dem dünneren oder dickeren Ueberzug mehrere, durch einen sehr feinen Zwischenraum gesonderte und von einander ablösbare Lagen von Kupferkies. Darunter liegt, wenn die Kupferkiesdecke recht stark ist, ein abgerundeter, aussen weicherer Fahlerzkern, den die Hülle nur lose umgiebt. Das Fahlerz hat rauhe und drusige Flächen. Klüfte der eingewachsenen Fahlerze, welche keine Kupferkieshaut tragen, sind mit Kupferkiesfarbe beschlagen und enthalten innen Kupferkiespunkte. Auch derbe Fahlerzmassen zeigen deutlich eine Umwandlung in Kupferkies.[1]) Auf Grube Aurora, Dillenburg, und dem Dreibrüderschacht bei Freiberg kommt Fahlerz mit Kupferkies überzogen vor. Er bildet mehrere Lagen, deren unterste nicht scharf vom Fahlerz getrennt ist, Kern und Hülle greifen in einander über. Grandjean fand Fahlerzkrystalle von Grube Aurora nach allen Seiten zersprungen, in den Sprüngen und etwas erhaben über denselben, so wie auf die Flächen $\frac{0}{2}$ übergreifend Kupferkieskrystalle. Die Flächen ∞ O, dicht mit Kupferkieskryställchen besetzt, sind stark zerfressen.[2]) Auch in Liskeard, Cornwall, fand Blum Fahlerz mit Kupferkies überzogen. Unter dieser, durch einen meist ganz feinen Zwischenraum getrennten Decke sind die Kanten und Ecken des Fahlerzes zugerundet, die Oberfläche des Fahlerzes ist uneben und sehr fein porös. Der mit dem Fahlerz verwachsene Bleiglanz zeigt den Ueberzug mit Kupferkies nicht.[3]) Kupferkies nach Fahlerz findet sich nach Greg und Lettsom auch auf Levant mine, St. Just, Cornwall;[4]) Ueberzug von Kupferkies nach Sillem in Schemnitz,[5]) nach Höfer in Nagyag.[6]) Sandberger bemerkt mit Recht, dass die Anätzung und Umwandlung der unter dem Kupferkies gelegenen Oberfläche des Fahlerzes für Pseudomorphose spricht. Wo diese Erscheinungen fehlen (wie in Müsen) hat man einfache Ueberzüge vor sich.[7]) Sadebeck beobachtete auf Fahlerzkrystallen von West Crinnis bei St. Austle eine Schicht von krystallinischem Kupferkies, der an der Oberfläche schwarz angelaufen und in Kupferpecherz umgewandelt ist. Die Fahlerzkrystalle sind noch erkennbar, aber die Kanten nur wenig deutlich ausgeprägt. Sadebeck betrachtet dieses wie das folgende Vorkommen als unzweifelhafte Pseudomorphose.[8]) Er fand um Fahlerz von Vorsorge Gottes bei

[1]) Pogg. Ann. 74. 31. 1849. — [2]) Jahrb. Nassau. 7. 226. 1851. = Blum. Pseudom. II. 89. Grube Aurora nach H. Rose Antimonarsenfahlerz. — [3]) ib. III. 198. Liskeard nach Reuter Antimonfahlerz. — [5]) ib. — [5]) Jahrb. Miner. 1851. 387. 1852. 532. — [6]) Jahrb. Reichsanst. 16. 21. 1866. — [7]) Jahrb. Miner. 1869. 304. — [8]) Zs. geol. Ges. 24. 451. 1872.

Kamsdorf eine Hülle von Kupferkies, der selbst wieder angelaufen oder geschwärzt ist und in Kupferpecherz verwandelt zu sein scheint. Unter der ersten Hülle liegt noch eine zweite, und bei der dritten ist die Umänderung schon weiter gegangen, es hat sich Malachit resp. Kupferkies und Brauneisen gebildet und zuletzt ist nur noch Brauneisen übrig geblieben, welches den Kern der Krystalle bildet.[1])

Antimonarsenfahlerz.

Die Veränderungen der Kobaltwismuthfahlerze des Schwarzwaldes, der Gegend um Schapbach, Freudenstadt u. s. w., sind eingehend von Sandberger untersucht. Das Fahlerz von Christophsaue bei Freudenstadt ist nach Hilger's Analyse ein Antimonarsenfahlerz mit $4{,}_{55}$ pCt. Wismuth, $4{,}_{21}$ pCt. Kobalt, $6{,}_{40}$ pCt. Eisen, $6{,}_{98}$ pCt. Arsen, $14{,}_{72}$ pCt. Antimon. Die Verwitterung beginnt mit violetten und tiefblauen Anlauffarben durch Bildung von Kupferindig (Cu S), während ein Theil des Kupfers als Oxydul zurückbleibt, meist aber als schwefelsaures Oxyd fortgeführt wird, wenn nicht Karbonate die Umsetzung in Malachit und Lasur bewirken und dadurch die Fortführung erschweren. Schon vor Bildung der Anlauffarben wird ein Theil des Schwefeleisens oxydirt und kann durch Wasser ausgelaugt werden; dieser Vorgang verräth sich durch Mattwerden und Entstehung von Haarrissen. Nach diesen beiden Vorgängen verändert sich das Fahlerz allmählich in einen porösen olivengrünen Körper, sog. eisenschüssiges Kupfergrün, welches aus arsensaurem Kupferoxyd, basisch arsensaurem und schwefelsaurem Eisenoxyd, basisch schwefelsaurem Wismuthoxyd und Kobaltblüthe besteht und das Antimon als Antimonocker und Stiblith ($Sb^2 O^3 Sb^2 O^5$) enthält. Zwischen und neben diesen Rückständen scheidet sich später Kobaltblüthe, Kupferschaum und Olivenit ab; an anderen Stellen bildet sich Würfelerz. Endlich bleibt an den Wänden des Hohlraumes, der das Fahlerz früher enthielt, ein schmutziggelbes Pulver übrig, Stiblith mit Eisenoxydhydrat und basischem Eisenoxydsulfat.[2])

In Freudenstadt fand Sandberger aussen mit hochgelber Rinde (Pitticit oder Würfelerz gemengt mit Stiblith) bedeckte, innen bis auf kleine frische Partien ganz in schwarzblaues Pulver von Kupferindig verwandelte Fahlerzkrystalle, deren Sprünge im Innern mit Stiblith ausgefüllt sind: eine Pseudomorphose von Kupferindig nach Fahlerz.[3])

Ganz ähnlich zersetzen sich die ähnlich zusammengesetzten, ebenfalls Kobalt und Wismuth haltigen Antimonarsenfahlerze aus dem Zechstein von Kaulsdorf bei Saalfeld. Nur selten sieht man hier (und in Kahl, bayerischer Spessart) Pseudomorphosen in eisenschüssiges Kupfergrün, das nur Spuren von Malachit enthält. Derbes eisenschüssiges Kupfergrün erscheint später durchzogen mit Schnüren von Kupferschaum, Lasur und Kobaltblüthe, während sich brauner amorpher, „gelber Erdkobalt" — pitticitähnliches, basisch arsensaures Eisenoxyd

[1]) Zs. geol. Ges. 456. 1872. — [2]) Jahrb. Miner. 1865. 588. ib. 1869. 207. und 1875. 384. — [3]) ib. 1866. 201.

mit Arseniaten von Kobalt, Kalk und Magnesia — hier und da zu grösseren Massen concentrirt. Endlich bleibt ein gelber mit basischem Eisensulfat verunreinigter Antimonocker (mit Stiblith) übrig. Alle löslichen Arseniate sind entfernt, der Rest des Kupfers als Karbonat, das Antimon ist fast allein übrig.[1])

Die (Antimonarsen-) Fahlerze von Schwatz, Tyrol, liefern nach Pichler Kobaltblüthe, Erdkobalt, Malachit, Kupferlasur, Kupferschaum, Eisenoxydhydrat. Auf ihrer Oberfläche siedeln sich Malachit und Lasur an; sie sind von aussen her in eine grünlichbraune Kruste verwandelt aus erdigem Malachit und Eisenoxydhydrat, welche sich auch in den unzersetzten Kern hineinzieht.[2])

In ähnlicher Weise wie das oben erwähnte Antimonfahlerz von Wolfach wird nach Sandberger auch das quecksilberhaltige Antimonarsenfahlerz (As $0,_{31}$ pCt.) von Moschellandsberg, Pfalz, zerlegt; nach den örtlichen Verhältnissen wahrscheinlich durch Schwefelbariumlösung. Dünne Ueberzüge von Kupferkies finden sich auf den Flächen stark angefressener Krystalle, und derbes Fahlerz verläuft in poröse, hellbleigraue, weichere Massen, deren Höhlungen mit Zinnober und zu oberst mit (erst später zugetretenem) Eisenspath erfüllt sind. Die hellgrauen Massen, mit Kupferglanzkrystallen in den Drusen, enthalten Kupferglanz und Schwefelquecksilber in demselben Verhältniss wie das Fahlerz, 2 : 1. Das Schwefelantimon ($32,_{68}$ pCt.) ist vollständig ausgelaugt. Durch Oxydation entsteht aus dem Fahlerz als letzter Rest ein grünes erdiges Gemenge von Zinnober, Malachit und Stiblith. Von den Schwefelverbindungen bleibt also nur der Zinnober, in Folge seiner Widerstandsfähigkeit gegen Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur, unzersetzt zurück.[3]) Der geringe Kobaltgehalt ($0,_{28}$ pCt.) bewirkt die Bildung von Kobaltblüthe, die neben Malachit vorkommt.[4])

Blum fand die Tetraeder des Moschellandsberger Fahlerzes in feinkörnigen Zinnober umgewandelt. Sie sind rauh und enthalten bisweilen noch Fahlerzreste.[5]) Derben Zinnober mit Kernen von Quecksilberfahlerz fand Sandberger in Leogang und Szlana, Ungarn.[6]) Aus dem Quecksilber ($17,_{32}$ pCt.) haltigen Antimonarsenfahlerz von Mochellandsberg tritt zuerst durch Oxydation Eisen aus, zum Theil als Eisenoxyd-Ueberzug erkennbar. Das Kupfer wird erst nach dem Anlaufen (nach der Bildung von Cu S) stärker oxydirt. Noch später beschlägt sich das Fahlerz mit hellgrünem Pulver, das viel Kupfersulfat, wenig Kupferkarbonat, schwefelsaures Eisenoxyd und Antimonoxyd enthält; darin liegt hochgelber Antimonocker[7]).

Als Ammiolit bezeichnet Domeyko ein rothes erdiges Pulver, welches aus chilenischen Quecksilberfahlerzen entsteht. Die Zusammensetzung aus Antimonsäure, Kupferoxyd und Zinnober wechselt.[8])

[1]) Jahrb. Miner. 1865. 593. — [2]) ib. 1871. 53. — [3]) Sitzungsber. der bayer. Akad. d. Wiss. 1871. 13 und Jahrb. Miner 1872. 646. — [4]) Jahrb. Miner. 1865. 594. — [5]) Pseudom. II. 124. — [6]) Jahrb. Miner. 1865. 598. — [7]) Sandberger. Jahrb. Miner. 1865. 596. — [8]) Dana. Miner. 547.

Arsenfahlerz.

Aus dem Arsenfahlerz von Cornwall (Tennantit) entstehen nach Sandberger durch Oxydation Kupfervitriol (unter besonderen Umständen auch Langit), Olivenit und Würfelerz. Aus dem Olivenit gehen dann die übrigen Kupferarseniate hervor. Auch Kobaltblüthe fand Sandberger in ihrer Begleitung, so dass es vielleicht kobalthaltigen Tennantit giebt.[1])

Weiter liefert der Tennantit ($m\,R\,S + n\,As^2\,S^3$, $R = Cu$ und Fe) den Condurrit, ein Gemenge von arseniger Säure, (auch Arsensäure wird angeführt), Kupferoxydul, Arsen- und etwas Schwefelkupfer, vielleicht auch mit Arsen. Wasser zieht arsenige Säure aus. Analog wie beim Speiskobalt ist fast aller Schwefel und alles Eisen ausgetreten.[2])

In Nassau fand Sandberger Kupferschaum als Verwitterungsprodukt des Arsenfahlerzes.[3])

Realgar aus Antimonfahlerz entstanden wird angeführt.

Umwandlungen und Pseudomorphosen nach Fahlerz.

Fahlerztetraeder theilweise oder ganz in Pyrit umgeändert fand Döll in Kapnik. Ob die in Pyrit umgewandelten Tetraeder von Schemnitz und Sichla, Ungarn, dem Fahlerz oder dem Kupferkies angehören, lässt Döll unentschieden.[4])

Zinkblende pseudomorph nach Fahlerz erwähnt Döll von Przibram, ebenso Umänderungen in ein Gemenge von Blende, Kupferkies, Kupferglanz und Bleiglanz.[5])

Im Realgar der Eugeniagrube bei Pola-de-Lena, Asturien, fand Hugo Müller Pseudomorphosen von Zinnober, wahrscheinlich nach Fahlerz oder Kupferkies.[6])

Das am Polster bei Eisenerz, Steiermark, in Quarz eingewachsen vorkommende Quecksilberfahlerz fand Tschermak umgeben von einer rothen, feinerdigen Rinde von Zinnober, mit etwas Antimonoxydhydrat gemischt. Stellenweise war die Rinde gelb (durch Antimonoxydhydrat) und grün (durch Malachit). Die Sulfide von Kupfer und Antimon wurden oxydirt und grösstentheils fortgeführt, während $Hg\,S$ zurückblieb.[7])

Amalgam pseudomorph nach Fahlerz führt Dana an.[8])

Tschermak verfolgte in Kapnik alle Uebergänge von unverändertem Antimonfahlerz bis zur deutlichen Pseudomorphose in Bournonit und von dieser bis zur unbestimmt geformten Anhäufung der Bournonite. Der pseudomorphe Bournonit enthält stets etwas Eisenkies und besteht nach Th. Hein[9]) aus

S	Sb	Cu	Pb	Fe	Zn	
21,14	21,12	13,47	37,44	5,96	0,13	= 99,26.

[1]) Jahrb. Miner. 1865. 591. — [2]) Sandberger. Jahrb. Miner. 1868. 406. — [3]) Jahrb. Miner. 1850. 190. — [4]) Verh. geol. Reichsanst. 1876. 172. — [5]) ib. 1875. 96. — [6]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1848. 745. — [7]) Wiener Akad. Ber. 63. 520. 1866 und Jahrb. Miner. 1866. 827. — [8]) Miner. 102. — [9]) Wiener Akad. Ber. 53. 519. 1866.

Oder berechnet

	a.		b.
$Sb^2 S^3$	29,43		33,36
$Cu^2 S$	16,87		47,57
Pb S	43,23		—
Fe S	9,51		1,35
Zn S	0,19		10,88
	99,23	Ag S	0,71
		$As^2 S^3$	4,72
			98,59

Vergleicht man mit a die unter b gegebene Zusammensetzung des Fahlerzes von Kapnik nach der Analyse von H. Rose, so sieht man, dass Ag S und $As^2 S^3$ vollständig, $Cu^2 S$ und Zn S zum grössten Theil, $Sb^2 S^3$ zum Theil fortgeführt, und dafür Pb S und Fe S eingetreten ist.

Rotheisen nach Fahlerz erwähnt Döll von Przibram.[1])

Breithaupt fand Fahlerz der Grube Unterer Christian bei Kamsdorf 1/2 Zoll dick in dichtes Kupferbraun und Ziegelerz,[2]) Blum das Fahlerz der Schwerspathgänge in Schriesheim in Kupferpecherz umgewandelt. Die braunen, aussen rauhen Krystalle haben bisweilen eine dünne Rinde von krystallisirtem Quarz und sind innen mit der erdigen Varietät des Kupferpecherzes, mit lockerem Ziegelerz, erfüllt. Selten findet sich in der Nähe Malachit.[3]) Hier ist also das Eisen grossentheils zurückgeblieben.

Malachit nach Antimonfahlerz beschreibt Blum aus dem Zechstein von Bieber. Auch in den Sprüngen des dortigen derben Fahlerzes hat sich Malachit gebildet.[4]) Reuss fand Malachit nach Fahlerz am Kogel bei Brixlegg,[5]) Sillem in Schweinau bei Lobenstein aussen in dichten Malachit umgewandelte Fahlerzkrystalle mit Kern von Fahlerz,[6]) Sadebeck in Framont;[7]) auch in Dobschau, Ungarn, gefunden.

Blum fand im Banat hohle, in Kupferlasur umgewandelte Fahlerztetraeder zum Theil mit Brauneisenocker erfüllt.[8]) Am Kogl bei Brixlegg ist nur ein (dodekaedrisches) Gehäuse von Lasur nach Haidinger vorhanden,[9]) nach Krantz ist es zum Theil mit einem Gemenge von Brauneisenocker und Malachit, zum Theil mit sogenanntem eisenschüssigem Kupfergrün erfüllt[10]), oder es bildet sich nur eine Kruste aus erdigem Malachit und Brauneisen nach Pichler.[11]) Drusige, aus strahliger Kupferlasur bestehende Pseudomorphosen von Kamsdorf und Saalfeld fand Blum erfüllt mit eisenschüssigem Kupfergrün, zum Theil mit Fahlerz gemengt, oder mit eisenschüssigem Kupfergrün, das Brauneisen eingesprengt enthält. Derbes Fahlerz ist häufig mit einer Rinde von Kupferlasur überzogen.[12])

[1]) Verh. geol. Reichsanst. 1876. 172. — [2]) Paragenesis. 187 und 241. — [3]) Pseudom. I. 115. — [4]) ib. I. 118. — [5]) Wien. Akad. Ber. 10. 61. 1853 = Blum. Pseudom. III. 196. Nach Untchj liegt Antimonarsenfahlerz vor. — [6]) Blum. Pseud. II. 77 nach Jahrb. Miner. 1851. 392 und 1852. 520. Wohl Liebenstein! — [7]) Zs. geol. Ges. 24. 459. — [8]) Pseudom. II. 77. — [9]) Blum. Pseudom. I. 121. — [10]) ib. Pseudom. III. 196. — [11]) Pichler. Jahrb. Miner. 1871. 53. — [12]) Blum. Pseudom. I. 122.

Nach Peters ist derbes, in der Regel arsenfreies Antimonkupferfahlerz von Rezbanya umsäumt und durchzogen von Kupferlasur oder liefert lauchgrünes wasserhaltiges Kupferoxydphosphat, Trombolith, dessen Hohlräume zuerst mit Lasur, dann mit Kieselkupfer, zuletzt mit Kieselzink ausgekleidet wurden. Der Trombolith ist von Kupferlasur durchzogen.[1])

Fahlerz des Giftberges bei Komarov, Böhmen, fand Boricky an der Oberfläche zerfressen, innen porös. mit Malachit und Kieselkupfer überzogen.[2])

Bournonit (Rädelerz).

Bournonit ($2\,PbS + Cu^2S + Sb^2S^3$) bedeckt sich durch Verwitterung mit Malachit und Antimonocker,[3]) in Joroso bei Alicante geht auch Bleiniere daraus hervor.[4])

Wölchit von der Wölch bei St. Gertraud, Lavantthal, Kärnten, ist oxydirter umgeänderter Bournonit, welcher zum Theil wasserhaltige Karbonate, Sulfate und Antimoniate von Blei- und Kupferoxyd eingemengt enthält. Ein ähnliches Vorkommen von Olsa bei Friesach, Kärnten, ist meist zu einem Gemenge von Weissbleierz, Malachit, etwas Antimonocker u. s. w. verwittert.[5]) Nach v. Zepharovich ist die glanzlose, vorwaltend aus Oxyden von Blei, Kupfer und Antimon bestehende Ockerbedeckung in verschiedenen Lagen meist gefärbt und zum Theil mit Malachit, Weissbleierz, seltener mit Lasur bedeckt.[6]) In Hohlräumen und Spalten des verwitterten Bournonites erscheinen Weissbleierz, Lasur und Malachit. Seeland fand in Hüttenberg, Kärnten, Bournonit mit Malachit bedeckt und Linarit aus ihm hervorgegangen.[7])

Sillem und Blum fanden in Kapnik drusige, oft durchlöcherte oder poröse, innen meist hohle Pseudomorphosen in körnigen Bleiglanz, welcher eine dünne Rinde bildet. Bisweilen ist das Innere mehr oder minder von erdigem bläulichschwarzem Pulver erfüllt.[8])

In Kapnik fand Döll kleine Rädelerze ganz von Pyrit überdeckt, den Bournonit innen bereits ausgehöhlt: eine beginnende Verdrängung des Bournonites durch Pyrit.[9]) In Przibram fand er Pseudomorphosen in Strahlkies.[10])

Umänderung des Jamesonites ($2\,PbS + Sb^2S^3$).

Bleiniere (ob Gemenge? Antimonsäure, Bleioxyd, Wasser), ein Oxydations-Produkt der Blei-Antimonerze, entsteht in Lothwithiel, Cornwall, nach Brooke[11]) aus Jamesonit ($2\,Pb^2S + Sb^2S^3$, in der Regel mit der entsprechenden Eisen-, Kupfer- und Silber-Verbindung gemischt). Ebenso in der Montezuma-mine, Nevada, nach Hague.

[1]) Wiener Akad. Ber. 44. 162. 1861. — [2]) ib. 59. 610. 1869. — [3]) Hausmann. Miner. I. 172. — [4]) Breithaupt. Paragenesis. 177. — [5]) Haidinger. Jahrb. geol. Reichsanst. 14. Verh. 77. 1864. — [6]) Jahrb. Miner. 1865. 49 und Wien. Akad. Ber. 51. 102. 1865. — [7]) Jahrb. geol. Reichsanst. 26. 1876. — [8]) Blum. Pseudom. II. 14; Sillem. Jhb. Miner. 1852. 533 und Pogg. Ann. 70. 570. — [9]) Verh. geol. Reichsanst. 144. 1876. — [10]) Tschermak. Miner. Mitth. 1874. 86. — [11]) Rammelsberg. Handb. Miner. 1875. II. 377.

Sillem fand stengelig zusammengehäufte Krystalle und derbe Massen von Jamesonit aus Cornwall, zum Theil mit Antimonocker überzogen und darin umgewandelt. An den Enden der Krystalle ist die Umwandlung vollständiger und mehr in's Innere gedrungen.[1]) Das Bleisulfat ist in Lösung fortgeführt.

Umänderungen von Plagionit ($5\,Pb\,S + 4\,Sb^2\,S^3$)[2]) und Meneghinit ($4\,Pb\,S + Sb^2\,S^3$).

Sillem fand am Wolfsberg bei Neudorf Krystalle und derbe Massen von Plagionit aus Federerz ($2\,Pb\,S + Sb^2\,S^3$) zusammengesetzt. Auf den Krystallflächen liegen die haarförmigen Krystalle nebeneinander vom Scheitelende abwärts oder sternförmig auseinander laufend aus dem Mittelpunkt der Krystallflächen. In derben Massen folgen sie keiner bestimmten Richtung.[3])

Blum sah ebenda Plagionit oberflächlich in Antimonblende umgewandelt.[4]) Es war also alles Schwefelblei ausgeschieden.

Zundererz, Antimonblüthe, erdigen Antimonocker und antimonsaures Bleioxyd sah Sandberger aus Plagionit und Meneghinit ($4\,Pb\,S + Sb^2\,S^3$) in Goldkronach hervorgehen.[5])

Umänderung von Boulangerit ($3\,Pb\,S + Sb^2\,S^3$).

Oft mit gelbem oder braunem, erdigem, mattem Beschlag. Nadelförmigen Epiboulangerit ($12\,Pb\,S + Sb^2\,S^3 + 3\,Sb^2\,S^5$) der Grube Bergmannstrost zu Altenberg, Schlesien, betrachtet Websky als wahrscheinlich aus Boulangerit entstanden.[6])

Boulangerit liefert in Nertschinsk Bleiniere, welche vielleicht auch aus Plagionit ($5\,Pb\,S + 4\,Sb^2\,S^3$), Meneghinit ($4\,Pb\,S + Sb^2\,S^3$) und Geokronit [$5\,Pb\,S + Sb\,(As)^2\,S^3$] entsteht (s. S. 247).

Umänderung von Cosalit ($2\,Pb\,S + Bi^2\,S^3$).

Der von Hermann beschriebene Rezbanyit ist nach Frenzel mit Bleisulfat, dem Oxydationsprodukt, überzogener Cosalit.[7])

8. Umänderungen der Arsenide und deren Mischungen mit Bisulfureten.

Reine Arsenide sind viel seltener als Arsenide mit Bisulfureten gemischt. Hierher gehören:

Arseneisen $Fe\,As^2$ (Löllingit),
$Fe^3\,As^4$ (Leukopyrit),
$Fe^3\,As^5$ oder $Fe^5\,As^8$;

[1]) Jahrb. Miner. 1852. 534. — [2]) Die Rechnung ergiebt: 21,39 S, 38,90 Sb und 40,51 Pb. — [3]) Pogg. Ann. 70. 565. 1847 = Blum. Pseudom. II. 14. Jhb. Miner. 1852. 534. — [4]) Pseudom. III. 168. — [5]) Jhb. Miner. 1878. 47. — [6]) Zs. geol. Ges. 21. 750. 1869. — [7]) Jahrb. Miner. 1874. 681.

gewöhnlich mit $Fe S^2$; bisweilen in R neben Fe noch Co und Cu; S Max. 6 bis 7 pCt.; oft Sb haltig.

Arsenkies (Misspickel) $Fe As^2 + Fe S^2$, zum Theil mit Co. $S = 19{,}63$ pCt.

Kobaltglanz $Co As^2 + Co S^2$, neben Co ist Fe vorhanden.

Speiskobalt, Weissnickelkies, Chloanthit $= R^m As^n \pm R S^2$; R = Ni, Co, Fe.

Rothnickelkies (Kupfernickel) $Ni As \pm Ni S^2 \pm Ni Sb$, bisweilen mit etwas Kobalt, Eisen, Wismuth.

Arsennickelglanz $Ni As^2 + Ni S^2$, oft mit Co, Fe.

Ferner gehören hierher Tesseralkies (Arsenkobaltkies) $Co (Fe) As^3$, arsenhaltiger Antimonnickelglanz und ausser einigen seltenen Mineralien nach ihrem Arsengehalt die Sulfosalze: Arsensilberblende (Lichtrothgültigerz, Proustit, $Ag^3 As S^3$), das arsenhaltige Fahlerz (As, S, Sb, Cu, Fe, Zn, Ag, Hg, siehe Fahlerz) Jordanit, Skleroklas, Binnit, Dufrenoysit, Enargit, Polybasit u. s. w.

Aus den Arseniden entstehen ausser Arsen und Schwefelarsen vorzugsweise arsenige Säure und arsensaure Verbindungen; aus den mit Sulfuriden gemischten Mineralien daneben Sulfate, die man bisweilen auf dem verwitterten Mineral als Vitriole ausblühen sieht und in den Arseniaten nicht selten nachweisen kann; meist ist das Sulfat in Lösung fortgeführt. Arsensäure tritt nicht als Mineral auf, arsenige Säure regulär als Arsenikblüthe (Arsenolith), rhombisch als Claudetit. Die arsensauren Metalloxyde liefern durch complicirte Verwitterung eine Reihe von Arseniaten. Aus den Arseniden des Eisens gehen hervor (oder durch Einwirkung der aus ihnen entstandenen Arsensäure auf andere Verbindungen):

Skorodit[1] ($\ddot{\bar{F}}e + As^2 O^5 + 4$ aq): Krystalle, faserig, stalaktitisch, erdig.

Würfelerz (Pharmakosiderit), basisches wasserhaltiges Eisenoxydarseniat.[2])

Symplesit $3 Fe O + As^2 O^5 + 9$ aq[3]).

Pittizit (Arseneisensinter), Gemenge von basischen Arseniaten und Sulfaten des Eisens, aus welchem kochendes Wasser Schwefelsäure auszieht. Auf Geyerit ($Fe S^2 + 5 R As^2$, $R = 5 Fe + Co$) von Wolfach fand Sandberger Ueberzüge eines braunrothen Gemenges von Pittizit und Kobaltblüthe.[4])

Nach Potyka wird Arsenkies von Wasser, rascher beim Kochen, zersetzt, so dass Schwefelsäure, Eisenoxydul und arsenige Säure in Lösung gehen.[5]) Anlaufen ist bei vielen Arseniden zu beobachten: Bei Kobaltglanz, Glaukopyrit ($x Fe As^2 + Fe S^2$), Speiskobalt, rhombischem Arsenkobalt, Arsennickelglanz, Chloanthit, Domeykit ($Cu^3 As$), Algodonit ($Cu^6 As$), Whitneyit ($Cu^9 As$) u. s. w.

Von Pyrit begleiteter Arsenkies liefert nach Seeland Realgar in Lölling, Kärnten.[6])

Auf Klüften des verwitterten Speiskobalts von Grube Sophie bei Wittichen fand Sandberger sehr selten Realgar in dünnen Ueberzügen;[7]) auch in Joachimsthal begleitet Realgar den Speiskobalt.

[1]) Nach Nies in Dernbach phosphorsäurehaltig. (Jahrb. Miner. 1876. 16.) Anderswo schon früher beobachtet. — [2]) Auch hier ist Phosphat beigemischt. — [3]) Vergl. v. Zepharovich. Verh. geol. Reichsanst. 1867. 200 und Sandberger. Jahrb. Miner. 1868. 368. — [4]) Jahrb. Miner. 1869. 298. — [5]) Pogg. Ann. 107. 502. 1859. — [6]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1867. 123. — [7]) Jahrb. Miner. 1868. 413.

Whitneyit ($Cu^9 As$) ist in Houghton Co., Michigan, mit Rothkupfer überzogen.[1])

Aus den Arseniden des Kobalts und Nickels entstehen die Arseniate:

Kobaltblüthe (Erythrin) $3 Cu O + As^2 O^5 + 8 aq$, bisweilen mit den isomorphen Arseniaten von Ni O, Fe O, Zn O, Cu O gemischt.

Nickelblüthe (Annabergit) $3 Ni O + As^2 O^5 + 8 aq$, bisweilen mit Co O, Fe O (Mg O, Ni O, Co O im Cabrerit).

Als Kobaltbeschlag findet sich ein Gemenge von Kobaltblüthe und arseniger Säure, die sich durch heisses Wasser trennen lassen, bisweilen gemengt mit Pharmakolith.[2]) In der Grube Daniel bei Schneeberg entsteht aus Speiskobalt, in dessen Nähe Zinkblende und vitriolisirender Schwefelkies auftritt, den Thonschiefer überziehend Köttigit $3 R O + As^2 O^5 + 8 aq$, $R O = 3 Zn O + Cu O$, mit etwas Ni O.

Nach Sandberger[3]) laufen frisch aufgeschlagene Speiskobaltkrystalle der Umgebung von Wittichen, Schwarzwald, in feuchter Luft bald blau an; in zollbreiten Gangtrümern kann man alle Uebergänge von kleinkörnigem Bruch, lichtstahlgrauer Farbe und lebhaftem Metallglanz in flachmuschligen Bruch, blauschwarze bis tiefschwarze Farbe und gänzlich matte Oberfläche verfolgen, wobei sich die Härte von 5,5 auf 2,5 vermindert. Diese schwarze Masse, sog. schwarzer Erdkobalt[4]) (sp. G. 4,09) ist ein Gemenge von Speiskobalt, Kobaltblüthe, 24,25 pCt. arseniger Säure, die sich mit kochendem Wasser ausziehen lässt, und etwa 20 pCt. metallischem Arsen, welches im Uebergange zu Suboxyd die Schwärzung des Gemenges bedingt. Aus den Analysen des Speiskobaltes und des Erdkobaltes geht hervor, dass fast aller Schwefel, alles Kupfer und das meiste Eisen ausgetreten, die Kobalt- und Nickelmenge kaum verändert, die Menge des Arsens gestiegen ist. Enthält der frische Speiskobalt (sp. G. 6,2) von Güte Gottes I., so enthält wasser- und sauerstofffrei berechnet der sog. Erdkobalt b nach der Analyse von Petersen von Grube St. Anton in Heubach a.

	I.	a		b
Arsen	69,70	79,82		67,11
Schwefel	4,71	0,33		0,28
Kobalt	10,11	10,56		8,87
Nickel	8,52	7,18		6,04
Eisen	5,05	1,34		1,13
Wismuth	0,97	0,77		0,65
Kupfer	0,94	Spur		Spur[5])
	100,00	100,00	O u. Wasser	15,92
				100

[1]) Dana. Miner. 38. — [2]) Nach Kersten (Karsten und v. Dechen. Arch. 18. 522. 1844) ist Kobaltbeschlag das erste Verwitterungsprodukt des Speiskobaltes, aus dem sich nach Auslaugung der arsenigen Säure Kobaltblüthe bilden mag. — [3]) Jahrb. Miner. 1868. 405. Auch anderswo, namentlich in Riechelsdorf kommen dieselben Erscheinungen vor. l. c. 408. — [4]) Echter schwarzer Erdkobalt (Asbolan) ist $2 Mn O^2 + Co O$ (Cu O) $+ 4 aq$, der ebenfalls hierher gehört. — [5]) Antimon, Silber, Zink Spur.

Aus b berechnet sich eine Zusammensetzung von 19,65 pCt. Arsen; 34,25 pCt. Speiskobalt; 21,85 pCt. Kobaltblüthe und 24,25 pCt. arseniger Säure.[1])

Aehnlich liefert der Speiskobalt in Bieber, Spessart, als Verwitterungsprodukte Kobaltblüthe im Gemenge mit Pittizit (sog. gelbem Erdkobalt), Kobaltblüthe im Gemenge mit arseniger Säure, die nur hie und da selbstständig als weisser Ueberzug vorkommt. Nickelblüthe findet sich nur auf dem mitvorkommenden Kupfernickel.[2])

Als weitere Verwitterungsprodukte des Speiskobalts sind anzuführen: Roselith, Arseniosiderit (von Sandberger bei Wittichen beobachtet;[3]) siehe bei Arseniaten) und der durch A. Weisbach[4]) neben Roselith in Schneeberg aufgefundene Kobaltspath ($CoO\,CO^2$), nach Sandberger der Ursprungskörper von Heterogenit und Heubachit. Heterogenit ist nach Frenzel[5]) ein schwarzes bis röthlichbraunes, amorphes, traubiges oder derbes Mineral, das auf Wolfgang-Maasen, Schneeberg, mit Pharmakolith und Kalkspath vorkommt, nach Sandberger auf St. Anton in Heubach bei Wittichen. Vorwaltend besteht er aus $CoO + 2\,Co^2O^3 + 6\,aq$. Heubachit fand Sandberger eben dort und früher auf Grube Eberhard bei Alpirsbach, Schwarzwald, als sehr junge Bildung. Meist als tiefschwarzes Ueberzug kommt er auf Klüften des Barytes vor und als Verkittung von Quarz- und Feldspathbröckchen des Granites, des Nebengesteins des Ganges, und enthält wesentlich Kobaltnickeloxydhydrat

Co O	Ni O	$\dddot{F}e$	$\dddot{M}n$	Wasser	
65,50	14,50	5,13	1,50	12,59	= 99,22[6]).

Ein amorphes schwarzes Mineral von Saalfeld und Oria, Sierra Alhamilla, Spanien, aus CoO, Co^2O^3, CuO, CaO, As^2O^5, CO^2, Wasser, hat Breithaupt Winklerit genannt. Wahrscheinlich bei Anwesenheit von Malachit aus Kobaltblüthe entstanden.[7])

Regulären Weissnickelkies (sp. G. 6,5) hat Breithaupt Chloanthit (grün ausblühend) genannt, weil er sich so leicht — schon bei Verweilen im Wasser nach einigen Monaten — mit grüner Nickelblüthe bedeckt.

Aus Chloanthit hervorgegangen beschreibt D. Forbes ein faserig krystallinisches, graulichweisses Mineral von Atacama, Forbesit (Kenngott), welches aus $2\,RO + As^2O^5 + 8\,aq$, $RO = 2\,NiO + 1\,CoO$, besteht.[8])

Weissnickelkies von Schneeberg ($12\,NiAs^2 + FeAs^2$) bedeckt sich nach Sandberger bei stärkerer Verwitterung mit einer sehr hellgrünen Kruste, welche Nickelblüthe und farblose glänzende Oktaeder von arseniger Säure enthält. Stahlgrauer Speiskobalt, innig mit Quarz gemengt, umgiebt als breite Hülle den Weissnickelkies; die Begrenzung beider Mineralien ist ganz unregelmässig. Sandberger nimmt spätere Concentration des Nickels nach innen an. Auch in Wittichen bildet Kupfernickel (43,86 pCt. Ni) den Kern, Speiskobalt (8,52 pCt. Ni) die Hülle von Sphaeroiden.[9])

[1]) Jhb. Miner. 1868. 407. — [2]) Sandberger. Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissensch. 1873. 136 = Jahrb. Miner. 1874. 82. [3]) Jahrb. Miner. 1868. 397. — [4]) ib. 1877. 409. — [5]) ib. 1872. 947. — [6]) Sitzungsber. d. bayer. Akad. der Wissenschaften. 1876. 238. — [7]) Jahrb. Miner. 1872. 816. — [8]) Dana. Miner. 560. Nach Phil. Mag. (4) 25. 103. — [9]) Sitzungsb. d. bayer. Akad. d. Wiss. 1871. 202. = Jhb. Miner. 1871. 935.

Pseudomorphosen des Arsenkieses.

Heusser und Claraz fanden Skorodit pseudomorph nach Arsenkies in den Hornblendeschiefern und dem Tapanhoacanga von Passagem und Antonio Pereira, Minas Geraes.[1])

Pseudomorphosen des Speiskobaltes.

Sehr selten wandelt sich bei Wittichen und Riechelsdorf[2]) rechtwinklig gestrickter Speiskobalt unter Erhaltung der Form in braunen oder gelben Erdkobalt[3]) um, in ein Gemenge von wenig Pittizit mit viel Kobaltblüthe und arseniger Säure. Nierenförmige Aggregate von Wittichen, welche Gestalt und flachmuschligen Bruch bei dieser Umsetzung behielten, sind Hausmann's „schlackige Kobaltblüthe."[4]) In der Regel wird dort die Form des Speiskobalts ganz zerstört, an seiner Stelle bilden sich Rinden oder strahlige Kügelchen von Kobaltbeschlag, nur sehr selten grüner Nickelbeschlag. Die aus Speiskobalt entstehende Kobaltblüthe ist meist ganz nickelfrei, und auf ihr sitzt dann kobaltfreie Nickelblüthe. Sandberger zeigt, wie sich in den Produkten der Verwitterung des Speiskobaltes bei Wittichen der Kobalt concentrirt, während Nickel zurücktritt. Es enthält dort

	Co		Ni
frischer Speiskobalt	$10{,}_{11}$	:	$8{,}_{52}$ pCt.
halbverwitterter Speiskobalt von St. Anton	$8{,}_{87}$	:	$6{,}_{04}$
starkverwitterter Speiskobalt von St. Joseph	$6{,}_{53}$	:	$1{,}_{21}$
Kobaltblüthe	$23{,}_{3}$	:	$2{,}_{80}$[5])

Pseudomorphosen nach Speiskobalt in Kobaltblüthe fand Blum in Riechelsdorf. Die zum Theil rothen, zum Theil span- oder berggrünen Cubooktaeder haben zum Theil ziemlich scharfe Ecken und Kanten und wenig rauhe Oberfläche, besonders die grünen, zum Theil sind sie rissig, die Flächen rauh und uneben, besonders die rothen. Oft haben die grünen Krystalle rothe Kerne. Die grüne Substanz enthält ziemlich viel Wasser, ist also nicht ident mit Kersten's wasserfreiem Kobaltarseniat von Johann-Georgenstadt.[6])

Pseudomorphosen in Kobaltbeschlag und hohle Speiskobaltkrystalle oder innen mit Kobaltschwärze (schwarzem Erdkobalt) angefüllte erwähnt Vogl von Joachimsthal;[7]) über eigenthümliche Pseudomorphosen von dort, welche grössten Theils aus einem Gemenge von Speiskobalt und Quarz bestehen, berichtet Reuss.[8])

Complicirte Verwitterung der Arsenide und deren Mischungen mit Bisulfureten.

Arsenkies in Eisenkies pseudomorphosirt erwähnt Blum von Freiberg (nach Frenzel Grube Himmelfahrt). Die Seitenflächen sind durch die Ecken der kleinen

[1]) Zs. geol. Ges. 11. 464. 1859. — [2]) Jahrb. Miner. 1866. 201 und 1868. 408. — [3]) Breithaupt. Paragenesis. 231. — [4]) Mineralogie. II. 1006. — [5]) Jahrb. Miner. 1868. 409. Vergl. die Löslichkeit der Vitriole. S. 29. — [6]) Pseudom. 212. — [7]) Gangverhältnisse etc. 155 und 157. — [8]) Wiener Akad. Ber. 10. 44. 1853.

Eisenkiesindividuen sehr drusig, welche auch das Innere der Pseudomorphosen bilden. Früher vorhandene Blende ist zum Theil verschwunden, und der Rest zeigt sehr zerfressene Oberfläche.[1])

Geschobene vierseitige Säulen mit schief angesetzten Endflächen, aus einem Gemenge von Arsenkies und Markasit bestehend, führt Sillem unter den Pseudomorphosen von Freiberg auf[2]), wo nach Frenzel auf Himmelfahrt und Junge hohe Birke auch Bleiglanz pseudomorph nach Arsenkies vorkommt.[3])

Zelligen und gestrickten Eisenspath nach Chloanthit führt Frenzel an von Gottes Geschick am Graul bei Raschau,[4]) gestrickten Kupfernickel wahrscheinlich Pseudomorphose nach Chloanthit Breithaupt von St. Helena, Banat.[5])

Durch complicirte Verwitterung entstehende Arseniate.

Wo Arsenide oder Arsenide mit Sulfureten gemischt verwittern, liefert die auf diese Weise entstandene Arsensäure durch complicirte Verwitterung Arseniate. Sie sind meist wasserhaltig und, da sie nur auf die angegebene Weise entstehen, sämmtlich sekundäre Mineralien, welche zum Theil weitere Veränderungen erleiden.

Dahin gehören:

Berzeliit, arsensaurer Kalk-Magnesia, vielleicht wasserhaltig.

Pharmakolith ($H\,Ca\,As\,O^4 + 5\,aq = 2\,Ca\,O + As^2\,O^5 + 6\,aq$).

Haidingerit ($H\,Ca\,As\,O^4 + aq = 2\,Ca\,O + As^2\,O^5 + 3\,aq$). Von Sandberger[6]) auch in Wittichen und Grube Wolfgang bei Alpirsbach gefunden. Nach Frenzel stets älterer Entstehung als Pharmakolith, dessen Nadeln auf Haidingerit sitzen.[7])

Wapplerit ($H\,\overset{II}{R}\,As\,O^4 + 7\,aq$; $2\,\overset{II}{R} = 8\,Ca + 6\,Mg$; $= 2\,R\,O\,As^2\,O^5 + 8\,aq$). Gewöhnlich unter Pharmakolith vorkommend. Joachimsthal, Schneeberg.

Pikropharmakolith ($3\,\overset{II}{R}O + As^2\,O^5 + 6\,aq$, $6\,R\,O = 5\,Ca\,O + 1\,Mg\,O$) Riechelsdorf. Junge hohe Birke und Kröner bei Freiberg nach Frenzel.[8]) Weiss auf Gneiss und selbst an der Grubenzimmerung, blau durch Kupferoxyd auf Kupferkies.

Rösslerit von Bieber $= 2\,Mg\,O + As^2\,O^5 + 15\,aq$. Der Rösslerit von Joachimsthal ($2\,Mg\,O + As^2\,O^5 + 9\,aq$) entstand nach Schrauf durch Verwitterung aus Wapplerit.[9])

Hoernesit ($3\,Mg\,O + As^2\,O^5 + 8\,aq$). Banat, in Kalk.

[1]) Pseudom. 205. — [2]) Jahrb. Miner. 1852. 532. — [3]) Miner. Lex. f. Sachsen. 1874. 120. — [4]) Min. Lex. f. Sachsen. 288. — [5]) Paragenesis. 231. — [6]) Jahrb. Miner. 1875. 853 und 1876. 508. — [7]) ib. 1874. 684. — [8]) Min. Lex. f. Sachsen. 229. Auf Erzgängen, welche viel Arsenkies und Kalkspath führen. — [9]) Jhb. Min. 1875. 292. Nach Frenzel geben Wapplerit und Pharmakolith bei 100° Haidingerit. ib.

Roselith $3\,RO + As^2O^5 + 2\,aq$; $RO = 10\,CaO + 3\,CoO + 2\,MgO$. Winkler.[1])

Arseniosiderit: Eisenoxyd, Kalk, Arsensäure, Wasser (etwa $3\,CaO + 3\,\ddot{\overline{F}}e + 2\,As^2O^5 + 6\,aq$); vielleicht nicht constante Verbindung.

Chondrarsenit: Wasserhaltiges Manganoxydul (Kalk, Magnesia)—Arseniat.

Carminspath[2]) $3\,PbO + 5\,\ddot{\overline{F}}e + 6\,As^2O^5$.

Hierher ist auch der Mimetesit zu rechnen, $PbCl^2 + (9\,PbO + 3\,As^2O^5)$, der sich vorzüglich auf Bleiglanzlagerstätten findet, oft in Begleitung von Pyromorphit, in Horhausen von Carminspath und Beudantit begleitet, und Durangit $\ddot{\overline{R}}As^2O^5 + 2\,NaFl$; $\ddot{\overline{R}}$ = Al und Fe; neben Na auch Li. Würfelerz, Skorodit, Pittizit, Symplesit, Kobalt- und Nickelblüthe, Köttigit, Kobaltbeschlag, Erdkobalt sind schon früher angeführt.

Ferner gehören hierher die Arseniate des Zinks und Kupfers, letztere zum Theil mit Thonerdegehalt oder Bleioxyd.

Adamin. $4\,ZnO + As^2O^5 + aq$. Auch mit einem grossen Gehalt von Kupferoxyd. Bisweilen von Olivenit begleitet.

Olivenit. $4\,CuO + As^2O^5 + aq$. Isomorph mit Adamin.

Euchroit. $4\,CuO + As^2O^5 + 7\,aq$. Nach Tschermak entsteht Olivenit aus Euchroit durch Wasserverlust.

Cornwallit. $5\,CuO + As^2O^5 + 3$ oder $5\,aq$. Auf Olivenit vorkommend.

Kupferschaum (Tirolit). $5\,CuO + As^2O^5$ mit 4 und 9 aq. Ist $CaOCO^2$ wesentlich?

Strahlerz (Klinoklas) $6\,CuO + As^2O^5 + 3\,aq$.

Trichalcit. $3\,CuO + As^2O^5 + 5\,aq$. Auf sibirischem Fahlerz.

Erinit. Anscheinend $5\,CuO + As^2O^5 + 2\,aq$.

Chlorotil. $3\,CuO + As^2O^5 + 6\,aq$. In Schneeberg und Zinnwald auf und in Quarz;[3]) Mosessegen, Reinerzau, auf Speiskobalt.[4])

Bayldonit. $4\,RO + As^2O^5 + 2\,aq$; $RO = 3\,CuO + 1\,PbO$. Grüne Concretionen aus Cornwall.

Linsenerz (Lirokonit) $18\,CuO + 4\,\ddot{\overline{A}}l + 5\,As^2O^5\ (P^2O^5) + 60\,aq$.

Kupferglimmer (Chalcophyllit) etwa $9\,CuO + As^2O^5 + \ddot{\overline{A}}l + 27\,aq$. Zusammensetzung sehr wechselnd.

Grüne Krystalle der Eliaszeche, Joachimsthal, CuO, NiO, FeO, As^2O^5, SO^3 und Wasser enthaltend, welche mit Kobalt- und Nickelblüthe, Pittizit etc. vorkommen, nannte Haidinger[5]) Lindackerit.

Breithaupt nannte Lavendulan ein auf Grube Galiläische Wirthschaft bei Annaberg vorkommendes, lavendelblaues, amorphes Mineral, das neben Speiskobalt, Kobaltblüthe, Schwefelkies, Quarz vorkommt und CoO, As^2O^5, Wasser neben Ni und Cu enthält.[6]) Ein blaues amorphes Verwitterungsprodukt des

[1]) J. pr. Chem. N. F. 16. 89. 1877 = Jahrb. Miner. 1877. 408. Ebenso Weisbach in Groth. Zs. Krystallogr. 1. 395. 1877. — [2]) s. Beudantit bei Pyromorphit (S. 215). — [3]) Frenzel. Jahrb. Miner. 1875. 517. — [4]) Sandberger. ib. 1876. 281. — [5]) Jahrb. Reichsanst. 4. 454. 1853. — [6]) J. pr. Chem. 10. 505. 1837.

Geister- und Rothen Ganges von Joachimsthal mit Co, Cu, As^2O^5, SO^3, CaO und Wasser nannte Vogl ebenfalls Lavendulan.[1])

Nach Bergemann kommen in Johanngeorgenstadt mit nickelhaltigem Eisenoxyd grüne und gelbe Lamellen von wasserfreiem Nickelarseniat vor; in den Höhlungen findet sich krystallisirtes Nickeloxyd (Ni O) und stellenweise Gediegen-Wismuth. Die grüne Masse entspricht $5\,NiO^2 + As^2O^5$, die gelbe $3\,NiO + As^2O^5$.[2]) Nach Websky sind die Arseniate und das Oxyd entweder durch Feuersetzen oder Rösten entstanden und demnach nicht ursprüngliche Bildungen.[3])

Ueber Arseniate von Uran und Wismuth s. bei diesen S. 232.

Neben Dechenit ($PbO + V^2O^5$) kommt auf Klüften des Buntsandsteins bei Dahn, Rheinbaiern, Araeoxen ($3\,RO + As^2O^5$) + ($6\,RO + 2\,V^2O^5$) vor; $RO = PbO + ZnO$.

Umänderungen der Arseniate.

Skorodit wird zuweilen unter Beibehaltung der Form in Brauneisen umgewandelt: Graul bei Schwarzenberg; Ouro preto, Brasilien. Die Umänderung beginnt auf der Oberfläche; Farbe, Glanz, Durchscheinen schwinden. Vollständig umgewandelte Krystalle sind aussen rauh, sehr porös und ganz oder theilweis mit Brauneisenocker erfüllt.[4]) Nach Heusser und Claraz auch in den Hornblendeschiefern und dem Tapanhoacanga von Passagem und Antonio Pereira, Minas Geraes.[5])

Würfelerz wird in Rotheisen umgewandelt[6]) und in erdiges Brauneisen. Schöllgrippen bei Alzenau, Spessart. Selten und nur dann, wenn sich zuerst eine Rinde von dichtem Brauneisen bildete, entstehen dort rauhe, innen mit Brauneisenocker erfüllte Pseudomorphosen. Häufig ist das mehr oder minder in Brauneisen umgewandelte Würfelerz mit Psilomelan überzogen; selten sind die Umhüllungen hohl, dann rauh und uneben und die Wandungen innen meist rauh.[7]) In allen diesen Fällen ist die Arsensäure vollständig entfernt worden, wahrscheinlich durch Umsatz mit Karbonaten.

Nach Brooke und Miller kommt in Cornwall (nach Sillem in Carrarach) Kupferglimmer in Kieselkupfer umgeändert vor.[8])

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 4. 555. 1853. — [2]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. für 1858. 727 aus J. pr. Chem. 75. 239. — [3]) Zs. geol. Ges. 30. 221. 1878. — [4]) Blum. Pseudom. 199. Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 529. — [5]) Zs. geol. Ges. 11. 464. 1859. — [6]) Blum. Pseudom. 188. Pseudomorphosen wahrscheinlich aus Cornwall. — [7]) Blum. Pseudom. 200 und 266. Blum gibt im Jahresber. Wetterauer Ges. 1861. 17 und 22 die Halde einer verlassenen Eisensteinsgrube bei Langenborn, Wetterau, als Fundort an und führt dort (l. c. 29) von Kahl im Grunde, Wetterau, in Brauneisen umgewandeltes Würfelerz an. — [8]) Blum. Pseudom. III. 279. cf. 261 und Pseudom. 314.

9. Umänderungen der Selenide, Antimonide, Telluride.

Selenide.

Nach Kersten[1]) soll im Glasbach-Grund, Hildburghausen, Grube Friedrichsglück auf Selenkupferbley (m Pb Se + n Cu Se) selenigsaures Bleioxyd vorkommen als Ueberzug.

In San Onofrio, Mexiko, kommt Schwefelselenquecksilber Hg Se + 4 Hg S (Onofrit) vor, und mit Quecksilberhornerz, Gediegen-Quecksilber u. s. w. ein gelbes erdiges Mineral,[2]) welches selenigsaures Quecksilberoxydul zu sein scheint. Nach Websky liefert der Onofrit durch Umwandlung Hornquecksilber (Hg Cl) und derbe, frisch zeisiggrüne, durch Einfluss des Lichtes grünlichgraue Partien.[3])

Antimonide.

Antimonsilber (Dyskrasit).

Das feinkörnige Antimonsilber (Ag^6 Sb) vom Wenzelgang, Wolfach, badischer Schwarzwald, läuft nach Sandberger[4]) nicht eben rasch in feuchter Luft schwärzlich an und zeigt sich an Gangstücken mit einer sehr dünnen, hochgelben Schicht von Stiblith bedeckt, welcher mit feinvertheiltem Gediegen-Silber gemengt ist.

Das grossblättrige Antimonsilber von Wolfach (Ag^3 Sb) verwittert ähnlich wie das feinkörnige. In schaligen Stücken concentrirt sich das Silber nach aussen und wird frei als Gediegen-Silber ausgeschieden. Beide Antimonsilber sind da, wo sie in Baryt sitzen, und fast nur da von dunklem Rothgültigerz umgeben, das sich mit Gediegen-Silber gemengt zwischen dem Mineral und dem umschliessenden Kalkspath oder Baryt eingedrängt hat und von solchen Stellen aus in den Klüften des Barytes — und nur in diesem — als Dendriten und dünne Platten sich ausbreitet. Diese zeigen alle Stufen der Umwandlung zu Silber und Silberglanz.

Schaliges Antimonsilber findet sich in Rothgültig und körniges Gediegen-Silber pseudomorphosirt.[5]) Wird feinkörniges Antimonsilber in Rothgültigerz umgewandelt, so tritt stets daneben Gediegen-Silber auf: $Ag^6 Sb + 3 S = Ag^3 Sb S^3 + 3 Ag$, es tritt also die Hälfte des Silbers gediegen aus.[6])

Sandberger erinnert daran, dass nach Versuchen von R. Müller (1861) Schwefelbarium bei höherem Druck Rothgültig unzersetzt auflöst. Er[7]) sieht in Wolfach „Polyargyrit und Silberglanz gänzlich, Rothgültigerz zum grössten Theil als Auslaugungsprodukte des Antimonsilbers durch eine hepatische Lösung an, während ein Theil des Rothgültigerzes aus Fahlerz entstanden sein könnte."

„Auch in Andreasberg kommt Rothgültigerz vielfach über einem Gemenge von Antimonsilber und Bleiglanz vor, welches öfter auch Gediegen-Arsen ent-

[1]) Pogg. Ann. 46. 277. — [2]) Köhler. Pogg. Ann. 89. 146. 1853. — [3]) Monatsber. Berl. Akad. 1877. 463. — [4]) Jahrb. Miner. 1869. 306. — [5]) ib. 298. — [6]) ib. 309. — [7]) ib. 309.

hält. Der Bleiglanz zeigt sehr oft Eindrücke von verschwundenem Baryt, der demnach auch dort eine Rolle in jenem Process gespielt haben kann."

Telluride.

Tellurwismuth ($Bi^2 Te^3$ oder $Bi^2 Te^2 S$, Tetradymit) fand Genth[1]) in Davidson Co., Nord-Carolina, und in Montana mit gelblichem oder grünlichem Montanit überzogen, der tellursaures Wismuth ($Bi^2 Te O^6$ + aq (2 aq) zu sein scheint. Montanit kommt auch in der Red-Cloud-Grube, Colorado, vor. Auch andere tellursaure Verbindungen werden als Oxydationsprodukte von Telluriden angeführt. Neben Joseit, selenhaltigem Schwefeltellurwismuth, von S. Jao di Madudeira, Brasilien, fand v. Kobell[2]) ein Vorkommen von Bismutit.

Krystalle von Blättertellur (Nagyagit, $Te^3 S^4 Pb$ (Au)[4]) von Nagyag fand Reuss[3]) am emporragenden Ende aus Kupferkies bestehend, aber unverändert da wo sie aufsitzen. Andere Krystalle desselben Handstücks waren nicht nur pseudomorphosirt, der Kupferkies hatte sich auch in kleintraubigen Massen auf den pseudomorphen Krystallen abgesetzt. Zerbricht man eine Pseudomorphose der Quere nach, so sieht man sie aus drei Lagen von Kupferkies zusammengesetzt, von denen die beiden äusseren auf P — ∞ senkrechte feine Fasern, die mittlere ein feinkörniges Gefüge zeigt.

Nach Krenner erwähnt vom Rath[4]) Bleiglanz nach Nagyagit von Nagyag mit gleichzeitig ausgeschiedenem Gediegen-Gold, das nach H. Höfer bisweilen den Nagyagit, aus dem es ausgeschieden ist, umzieht.[5])

Tellurgoldsilber (m $Au^2 Te$ + n $Ag^2 Te$).

Sylvanit und Hessit liefern nach B. Silliman und Marvine in der Red-Cloud-Grube, Colorado, als Produkte der Umsetzung Gediegen-Gold. (s. Tellur).

Coloradoit (Hg Te).

Aus dem Coloradoit der Keystonegrube, Magnoliadistrikt, Colorado, geht Magnolit $Hg^2 Te O^4$ hervor nach Genth.[6])

10. Umänderungen der natürlich vorkommenden gediegenen Metalle.

Von den gediegenen Metallen sind bei weitem die meisten sekundäre Minerale, entstanden zum grössten Theil aus Sulfuriden, seltener aus Oxyden (zum Theil durch organische Substanzen reduzirt), noch seltener aus Telluriden (Gold). Für Eisen gilt dies nur soweit, als es nicht Meteorsteinen angehört.

[1]) Dana. Miner. 668 und Amer. J. sc. (2) 45. 306. 1868 und Jahrb. Miner. 1873. 491. — [2]) Jahrb. Miner. 1871. 939. — [3]) Ber. Wien. Akad. 53. 69. 1853 — Blum. Pseudom. III. 262. — [4]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. 1876. 201. — [5]) Jhb. geol. Reichsanst. 16. 18. 1866. — [6]) Groth. Zs. f. Kryst. und Miner. 2. 7. 1878.

In feuchter Luft laufen an (d. h. oxydiren sich bei gewöhnlicher Temperatur): Arsen, Antimon, Bismuth, Blei, Zink, Eisen; für Quecksilber und Tellur ist höhere Temperatur, für Kupfer bei gewöhnlicher Temperatur Gegenwart von Kohlensäure oder von Salzlösungen nöthig; Silber, Gold, Platin, Iridium, Osmium, Palladium treten oxydirt nicht in Mineralien auf, obwohl sie gediegen vorkommen (Gold auch in Quarz eingeschlossen).

Arsen.

Gediegen-Arsen, das in der Regel Beimengungen von Nickel-, Kobalt-, Eisenerzen, oder von Silber, von Antimon (9,18 pCt., Ophirgrube, Washoe Co., Californien, nach Genth; vielleicht auf beigemischtes Arsenantimon zurückzuführen) enthält, — ein Fingerzeig für seine Entstehung — überzieht sich an feuchter Luft mit einer graulichschwarzen Haut von Suboxyd und liefert selbst arsenige Säure.

Peters fand das in Bleiglanz eingeschlossene Arsen von Clausthal (nicht Andreasberg?) theilweise in Realgar umgewandelt. Der grössere Theil des Arsens scheint zur Bildung von Misspickel aufgegangen zu sein, so dass die knolligen Ueberreste des Arsens sammt den anhaftenden sehr feinen Aggregaten von Realgar beinahe lose in den Räumen des Bleiglanzes stecken, während Arsenkies in kleinen mit Kalkspath verwachsenen Kryställchen die äussern Räume der Druse besetzt.[1])

In Kapnik fand Peters alle möglichen Uebergangsstufen von kugeligtraubigem Arsen in Auripigment. Die Trauben sind oft mit grünem, grösstentheils zu Malachit umgewandelten Kieselkupfer überzogen, oder mit opal- (alumocalcit-) artiger Substanz überdeckt.[2])

Antimon.

Antimon, meist mit kleinen Beimischungen von Arsen, Silber, Eisen, liefert durch Oxydation Valentinit (Sb^2O^3). Blum sah an einer Stufe von Allemont, Dauphiné, die Form des Antimons zum Theil dabei erhalten, zum Theil eine nur feinfaserige oder strahlige Struktur gebildet. Die Umwandlung schritt gewöhnlich in der Richtung der vollkommenen Blätterdurchgänge vor, so dass sich stellenweise ein Gemenge von Antimon und Antimonblüthe bildete.[3]) Eine einfache Verwitterung, von Reuss auch in Przibram als dünner Ueberzug beobachtet.[4])

Wismuth.

Wismuth, oft mit etwas Blei, Eisen, Schwefel, Antimon, Arsen, seltener Tellur, zeigt bisweilen Ueberzüge von Wismuthocker (Bi^2O^3), liefert auch Bismuthosphärit (wasserfreies kohlensaures Wismuthoxyd, $Bi^2O^3 + CO^2$), von

[1]) Jahrb. Miner. 1861. 664. — [2]) Jahrb. Miner. 1861. 666. — [3]) Pseudom. 31. cf. Haidinger. Pogg. Ann. 6. 378. — [4]) Wien. Akad. Ber. 22. 203. 1857.

A. Weisbach im Neuglück-Spathgang zu Neustädtel bei Schneeberg beobachtet,[1]) und Bismuthit, wasserhaltiges basisches Wismuthkarbonat. Bismuthit pseudomorph nach Wismuth durch einfache Verwitterung fand H. Müller auf Sidonie-Spathgang der Grube Wolfgang Maasen.[2]) Auch Kieselwismuth ($2 Bi^2 O^3 + 3 Si O^2$), Bismutoferrit ($Bi^2 O^3 Si O^2 + 2 \ddot{F}e\, 3 Si O^2$) und Wismuthhypochlorit scheinen aus Gediegen-Wismuth hervorzugehen. Nach Forbes findet sich in der Grube San Baldomero, Bolivia, Wismuthglanz als schuppige Inkrustation auf Gediegen-Wismuth.

Der erdige Wismuthocker von Schneeberg zeigt oft noch die gestrickten Formen des Wismuthes. (Groth.)

Blei.

Ueber die Fundorte und Umänderungen von Gediegen-Blei siehe Bleiglanz (S. 250) und Nöggerath in Zs. Geol. 6. 678. 1854.

Zink.

Nach Selwyn und Ulrich war das aus Basalt in Collingwood, Victoria, 20 Fuss unter der Oberfläche stammende, cadmiumhaltige Zink mit Zinkkarbonat bedeckt.[3])

Eisen (siehe Schwefelkies und Reduktion durch organische Substanz).

Genth fand Gediegen-Eisen, welches beim Aetzen nur feinkörnige Struktur, aber nicht Widmanstätten'sche Figuren zeigte, unter 6 Fuss Kies mit Gediegen-Blei in Camp Creek, Montana (siehe Bleiglanz).[4]) Auch in Basalten beobachtet.

Tellur.

Gelblichweisser Tellurocker ($Te O^2$) begleitet das neben Gold vorkommende Gediegen-Tellur bei Zalathna; nach Genth auch auf den Kenstone-, Smuggler- und John-Jay-Gruben, Boulder Co., Colorado.[5])

Petz[6]) fand in Gediegen-Tellur von Nagyag $2{,}785$ pCt. Gold, mit einer Spur von Eisen und Schwefel. Gediegen-Tellur der Red-Cloud-Grube, Colorado, welches mit Sylvanit ($m Au^2 Te + n Ag^2 Te$) und Tellurgoldsilber (Petzit, $m Ag^2 Te + Au^2 Te$) vorkommt, ist nach B. Silliman und Marvine frei von Selen und enthält nur Spuren von Gold.[7]) Genth fand in Tellur von Colorado neben Gold (bis $3{,}40$ pCt.) noch Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Eisen, Zink.[8])

Kupfer.

Gediegen-Kupfer enthält meist nur wenig fremde Beimengungen; Eisen, Silber, Wismuth, Blei, Arsen werden angeführt. Es ist bisweilen durch ein-

[1]) Jahrb. Miner. 1877. 405. — [2]) Cotta. Gangstudien. II. 342. — [3]) Notes sur la géologie de Victoria. Melbourne. 1866. — [4]) E. Dana. Sec. app. to Dana's Miner. 1875. 39. — [5]) Jahrb. Miner. 1878. 73. — [6]) Pogg. Ann. 57. 467. 1842. — [7]) Alex. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1874. 1228 aus Sill. Amer. J. (3) 8. 25. 1874. — [8]) Jahrb. Miner. 1877. 951.

fache Verwitterung oberflächlich in Schwarz- und Rothkupfererz umgewandelt (Elba, Serrazzano), in Malachit (Lake Superior; Victoria), in Malachit und Lasur (Corocoro; Grube Wosnesskoi, Sibirische Kirgisensteppe).

Blum fand in Grube St. Josephsberg bei Rheinbreitbach rauhes oder druſiges, draht- und staudenförmiges Rothkupfererz aus Gediegen-Kupfer hervorgegangen, wie der Kern von Gediegen-Kupfer zeigte. Bisweilen ist das Innere hohl oder mit lockerem Rothkupfererz erfüllt.[1]) Nach Seligmann entstand wahrscheinlich manches Rothkupfererz der Grube Friedrichssegen (zwischen Ems und Braubach) aus Gediegen-Kupfer.[2]) An der Calumet-Heklalagerstätte am Oberen See fand H. Credner am Ausgehenden das Gediegen-Kupfer zu Rothkupfererz und mulmigem Malachit umgewandelt.[3])

Wo Malachit aus Gediegen-Kupfer entsteht, geht nach Blum die Oxydation zu Kupferoxydul voraus (s. weiter unten). Er fand in den Pseudomorphosen von Malachit nach Gediegen-Kupfer (aus Quarzgang der Grauwacken von Siegen und aus Rheinbreitbach) eine dünne Schicht Rothkupfererz zwischen dem Malachit und dem Kupfer oder einen dünnen Kern von Rothkupfererz.[4]) Pseudomorphosen in Malachit von Grube Huth bei Hamm zeigen bisweilen noch einen Kern aus Gediegen-Kupfer.[5])

Kieselkupfer, wohl aus Gediegen-Kupfer entstanden und kleine Reste desselben und von Cuprit einschliessend, in dem verbleichten Aeusseren des Knollens mit Malachit vergesellschaftet, erwähnt Niedzwiedzki von Recks, Ungarn.[6])

Auf alten Bronzen, die lange im Erdboden oder im Wasser gelegen haben, findet sich Rothkupfererz, Malachit, Lasur in Krystallen, als Ueberzug auch Atakamit und Kupferoxyd. Auch Neubildung von Krystallen metallischen Kupfers, theils an der Legirung festsitzend, theils in dem Oxydul frei umherliegend, ist beobachtet. Wibel fand in alten Bronzen ein Mal $20{,}_{88}$ pCt. Cu^2O und $2{,}_{27}$ pCt. Malachit, ein anderes Mal $10{,}_{70}$ pCt. Cu^2O und $2{,}_{05}$ pCt. Malachit. Er schliesst, dass in alten Bronzen das Oxydul durch Berührung des Kupfers mit zuvorgebildeten Oxydsalzen entstand[7]) (siehe Rothkupfererz.)

Aus Sulfureten, aus Oxydsalzen, aus Oxydul entsteht Gediegen-Kupfer; zum Theil durch Reduktion bei Gegenwart organischer Substanzen.

Silber.

Gediegen-Silber enthält in der Regel etwas Kupfer, Eisen, Gold. Nach Reuss entstand der grösste Theil des Gediegen-Silbers in Przibram aus silberhaltigem Bleiglanz,[8]) ebenso nach Seligmann in der Grube Friedrichssegen zwischen Ems und Braubach das auf Weissbleierz oder in und auf Brauneisen sitzende Gediegen-Silber.[9])

[1]) Pseudom. III. 31. — [2]) Verh. naturhist. Ver. Rh. und Westf. 33. 262. 1876. — [3]) Jahrb. Miner. 1869. 5. — [4]) Pseudom. III. 32. — [5]) Blum. Jahrb. Miner. 1868. 805. [6]) Verh. geol. Reichsanst. 1871. 304. — [7]) Jahrb. Miner. 1865. 400—410. — [8]) Wiener Akad. Ber. 22. 147 und 192. 1857. — [9]) Verhand. naturhist. Ver. Rh. und Westf. 33. 266. 1876.

Gediegen-Silber führt häufig Ueberzüge von Silberglanz ($Ag^2 S$). Reuss fand draht- und haarförmiges Silber in Przibram in deutlich feinkörnigen Silberglanz umgewandelt, wobei sich die Erhaltung der Form trotz der Massenzunahme durch zahlreiche, in der Umgebung vorkommende Silberglanzkrystalle erklärt.[1]) Im Eusebigang sind die Pseudomorphosen nicht selten hohl und tragen Glaserz; ebenso in Joachimsthal.[2]) Vielfach ist diese Umwandlung beobachtet: Wolfgang-Spath bei Schneeberg; Himmelsfürst, Freiberg; Fabian Sebastian bei Marienberg; Andreasberg; Hodritsch; Allemont; Spanien; Mexico[3]) und im Wittichener Revier nach Sandberger.[4])

Vogl fand drahtförmiges Silber in Joachimsthal in feinkörniges Lichtrothgültigerz umgewandelt, zum Theil wieder damit besetzt;[5]) Frenzel erwähnt von Wolfgang Maasen, Schneeberg, gekrümmte Zähne von Silber in Leberkies (Hepatopyrit)[6]) umgewandelt. Sandberger fand in Grube Sophie, Wittichen, in Klüften fleischrothen Barytes, dem Gediegen-Silber eingewachsen ist, Xanthokon ($9\,Ag + 3\,As + 10\,S$). Das Schwefelarsen scheint dem Gediegen-Silber von aussen zugeführt zu sein; die Klüfte des Handstücks enthalten Realgar. Unter dem Xanthokon findet sich Lichtrothgültigerz in allen Stadien der Umwandlung zu Silberglanz.[6])

Hornsilber ($Ag\,Cl$) entsteht aus Gediegen-Silber. Silbermünzen, welche lange in der Erde lagen, zeigen Ueberzüge von Hornsilber.

Stelzner fand in Grube Rodado am Cerro negro, westlich von Chilecito, Argentinien, bis 2 cm lange Zähne von Silber in Chlorsilber umgewandelt, die beim Auflösen in Ammoniak noch unverändertes Silber in Form von Sand oder feinen Häutchen erkennen lassen.[7]) Sillem führt drahtförmig gewundenes Chlorsilber, das auf einem Gemenge von Quarz und Brauneisen liegt, von Johann-Georgenstadt als wahrscheinlich pseudomorph nach Gediegen-Silber an.[8])

Moesta wies nach, dass in Nordchile nur in den oberen Teufen neben Gediegen-Silber Chlor-, Brom-, Jod-Verbindungen des Silbers vorkommen, während in grösserer Tiefe neben Gediegen-Silber die Verbindungen desselben mit Schwefel, Arsen und Antimon auftreten. Meerwasser scheint die Umänderung des Silbers in die Haloidverbindungen bewirkt zu haben. Jodsilber ist immer sparsam, während Chlorsilber reichlich ist.[9]) Auch an anderen Orten, wie in Zacatecas, Mexico, findet sich Chlorsilber nur in den oberen Teufen.

Ueber Gediegen-Silber und Bromsilber von Huelgoat siehe Bromsilber.

Das sogenannte kohlensaure Silberoxyd vom Wenzel-Gang bei Wolfach hat Sandberger als Gemenge nachgewiesen.[10])

H. Müller erwähnt Aestchen, innen aus Hornstein, darüber aus einem dünnen Ueberzug von weissen Chalcedon, aussen aus feinkrystallinischem erbsen-

[1]) Ber. Wien. Akad. 10. 45. 1853 (= Blum. Pseudom. III. 25). — [2]) l. c. 49 und 47. 54. 1863. — [3]) Blum. Pseudom. III. 35. — [4]) Jahrb. Miner. 1868. 401. — [5]) Gangverhältnisse etc. 74. cf. Reuss. l. c. p. 49. — [6]) Jahrb. Miner. 1877. 167. — [7]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 247. — [8]) Jahrb. Miner. 1851. 387 und 1852. 519. — [9]) Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur. 1870. 38. Schwefelsilber wird durch Chlornatrium, leichter bei Gegenwart von Chlormagnesium, mittelst Wasserdampf in Chlorsilber umgewandelt. l. c. 40. — [10]) Jahrb. Miner. 1869. 321.

gelbem Quarz bestehend, von Wolfgang Maasen als vielleicht aus Gediegen-Silber entstanden.[1])

II. Quarz und thonerdefreie Silikate.

Umänderung von Quarz.

Kalkspath nach Quarz führt Jokely[2]) von Hornsteingängen bei Pressnitz, Böhmen, an.

Nach Sillem kommen auf dem Matthiasschacht in Kremnitz kleine Quarzkrystalle vor, welche mit einer leicht abhebbaren Rinde von Eisenglanz überzogen sind. Die ursprünglichen Krystalle erscheinen darunter stellenweise porös, also beginnende Pseudomorphose.[3])

Rotheisen nach Quarz erwähnt Oppe[4]) vom Rothenberge bei Schwarzenberg, Frenzel Perimorphosen nach Quarz mit nochmaliger Ueberrindung von Baryt von Segen Gottes zu Schellerhau.[5]) In rothem mit etwa 70 pCt. Kieselsäure durchdrungenem Eisenocker von Langban fand Paykull Eisenoxyd von erdigem Zusammenhang pseudomorph nach Quarz.[6])

Brauneisen nach Quarz findet sich in Rauh's Glück und Natalie zu Aue und an der Spitzleite in Schneeberg.[7]) In Elba sind die den Eisenglanz begleitenden Quarze zuweilen von faserigem Brauneisen ganz umhüllt, aber nur höchst selten entstanden hohle Umhüllungspseudomorphosen. Ueberzüge von faserigem Brauneisen über Quarz sind nicht selten, z. B. bei Steben unfern Hof.[8])

Pseudomorphosen von erdigem dunkelbraunem Limonit nach Quarz erwähnt Peters auf Klüften des Dacites von Vöröspatak,[9]) Dana[10]) Magnetit nach Quarz, Breithaupt Ueberzugspseudomorphosen von Eisenkies von Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf,[11]) Dana Voltzit ($4\,ZnS + ZnO$) nach Quarz von Bernkastel.[12])

Pseudomorphosen von Speckstein nach Quarzkrystallen in Speckstein liegend, beschrieb Blum[13]) von Göpfersgrün bei Wunsiedel. An krystallinisch strahligen und mehr derben Massen lässt sich der Uebergang des Quarzes in Speckstein beobachten: der Quarz wird etwas trübe, glanzlos, weiss und besonders spröde. Die Umwandlung beginnt namentlich zwischen den Stengeln und an den Berührungspunkten der Strahlen und schreitet von hier weiter an vielen Stellen quer durch die einzelnen Stengel vor, endlich verschwindet das stengelig strahlige Gefüge in dem Gemenge von Quarz und Speckstein vollständig.

[1]) Zs. geol. Ges. 2. 17. 1850. — [2]) Jahrb. Reichsanst. 8. 590. 1857. s. v. Zepharovich. Min. Oesterr. I. 498. — [3]) Jahrb. Miner. 1851. 331 und 1852. 529 = Blum. Pseudom. II. 118. — [4]) Cotta. Gangstudien. II. 180. — [5]) Miner. Lex. f. Sachsen. 151. — [6]) Jahrb. Miner. 1867. 591. — [7]) Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. 186. Blum. Pseudom. 294. — [8]) Blum. Pseud. 294. — [9]) Jahrb. Miner. 1861. 663. — [10]) Miner. 198. — [11]) Paragenesis. 153 = Blum. Pseudom. II. 120. cf. Blum. Pseudom. 300. Breithaupt führt über Erhaltung des Quarzes nichts an. — [12]) Mineral. 50. — [13]) Blum. Pseudom. 125. II. 49. III. 140. cf. Nauck. Pogg. Ann. 75. 129. 1848.

Scheerer fand in den Pseudomorphosen nach Quarz[1])

SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MgO	Wasser				
$62_{,07}$	$0_{,39}$	$1_{,69}$	$31_{,18}$	$4_{,88}$	=	$100_{,11}$	=	$3 MgO + 4 SiO^2 + aq.$

Nach E. Geinitz ist der Speckstein durchaus feinkrystallinisch und enthält einzelne kleine Quarzkörner.[2]) Nach Emmons kommen dieselben Pseudomorphosen im Serpentin bei Middlefield, Massachusetts vor, nach Newton in körnigem Kalk von Newton, New-Jersey, nach Brongniart im Thale Viège am Monte Rosa; nach Frenzel bei Romanus Erbstollen;[3]) nach G. Ulrich in Australien.[4])

Ob die von Blum angeführte Umwandlung des Quarzes in Speckstein aus dem Gneisse der Gegend von Gartenhof und der Oelmühle bei Aschaffenburg hierher gehört? Nach ihm sind die sämmtlichen Bestandtheile des Gneisses (Faserkiesel, Turmalin, Glimmer, Feldspath, Quarz) dort in Speckstein umgeändert.[5])

Man darf mit Sandberger[6]) annehmen, dass bei der Umwandlung des Quarzes in Speckstein der Quarz erst in amorphe Kieselsäure umgeändert wurde, welche dann Magnesia (und Wasser) aufnahm.

Hampshirit nannte Hermann Pseudomorphosen, meist nach Quarz, aus Nordamerika, in denen Dewey fand:[7])

SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MnO	MgO	Wasser				
$50_{,60}$	$0_{,15}$	$1_{,59}$	$1_{,10}$	$28_{,83}$	$15_{,00}$	=	$97_{,27}$	=	$MgO + SiO^2 + aq$

Nach Dana neuer Untersuchung bedürftig.

Chlorit (Helminth) nach Quarz beschreiben Blum[8]), Volger[9]) und Tschermak[10]) aus dem Pfitschthal. Quarz und Chlorit bilden ein Gemenge, in dem stellenweise das eine oder das andere Mineral vorherrscht. Aus den Säulenflächen ragen überall Chloritflächen hervor, so dass eine drusige Beschaffenheit entsteht; im Innern scheint Chlorit vorzuherrschen. Die Verdrängung des Quarzes durch Chlorit ist beinahe vollständig. (Blum).

Tschermak fand einzelne Pseudomorphosen fast ganz aus Chlorit bestehend, andere hatten einen Kern von festem Quarz. Die Umwandlung hat von Aussen her stattgefunden, nicht blos durch Addition der Bestandtheile, sondern durch theilweisen Austausch, ein Theil des Quarzes ist in Lösung fortgeführt. Die Pseudomorphosen sind daher nicht aufgebläht, sondern porös.

Lösungen, welche Zeolithe absetzen, greifen Quarz an. Grandjean fand in Niederscheld bei Dillenburg auf den Prehnitgängen der Hornsteine die Quarze, zumal an den Pyramiden, angefressen, trübe und mit Heulandit besetzt oder von Heulandit umschlossen. Der Grünstein zwischen Burg und Hornseelbach

[1]) Pogg. Ann. 84. 360. 1851. — [2]) Jahrb. Miner. 1876. 491. — [3]) Min. Lex. f. Sachsen. 304. — [4]) Kopp und Will. Jahresb. Chem. f. 1861. 1040. — [5]) Pseudom. I. 69. — [6]) Sitzungsber. Münchener Akad. 1872. 12. — [7]) Dana. Miner. 457. — [8]) Pseudom. III. 232. — [9]) Studien zur Entwickelungsgesch. d. Miner. 1854. 165. — [10]) Wiener Akad. Ber. 47. 449. 1863. cf. 53. 528. 1866.

zeigt auf Prehnit trübe, angefressene, zum Theil mit Prehnitkryställchen bedeckte und umhüllte Quarze.[1])

Im Basalt der Detunata bei Abrudbanya, Siebenbürgen, fand Szabo, wahrscheinlich als Einschlüsse aus dem durchbrochenen Gestein, Quarzkrystalle, welche meist in ein Silikat von innen heraus verändert wurden; das Silikat wurde grösstentheils wieder entfernt, so dass nur ein innen hohler Rest der Quarzkrystalle übrig blieb.[2])

Theilweise Verdrängung des Quarzes durch Zinnerz beschreibt Tschermak[3]) von der Grube Huel-Philmone von St. Agnes, Cornwall. Graugelbe Gangmasse und Krystalle eines unregelmässigen Hohlraumes von Quarzform bestehen aus einem vollkommen dichten Aggregat (sp. Gew. $3{,}_{67}$) von durchsichtigen Quarztheilchen und gelblicher undurchsichtiger Substanz. Tschermak fand in dem Gemenge a

	a		b
$Si O^2$	$54{,}_4$		$51{,}_{57}$
$Sn O^2$	$44{,}_1$		$38{,}_{91}$
$\dddot{F}e$	$1{,}_2$		$3{,}_{55}$
$\dddot{A}l$	Spur		$4{,}_{53}$
		Ca O	$0{,}_{16}$
		Glühv.	$0{,}_{43}$
	$99{,}_7$		$99{,}_{15}$

Breithaupt[4]) hatte schon früher dasselbe Gemenge (mit $36{,}_5$ pCt. $Sn O^2$) als Stannit (sp. G. $3{,}_{583}$—$3{,}_{558}$) aus Cornwall beschrieben, Bischof[5]) die Zusammensetzung b gefunden und nicht für unwahrscheinlich gehalten, dass das Erz wesentlich ein Zinnoxydsilikat sei. Tschermak bemerkt, dass die Quarzkrystalle, auf denen sich Zinnerz abgesetzt hat, häufig mehr oder weniger angegriffen erscheinen. An einer Stufe aus Cornwall sah er die Quarzkrystalle mit Büscheln von Nadelzinnerz bedeckt, welche meist in das Innere der Quarzkrystalle eindringen. An manchen Stellen sind beide Mineralien innig verwachsen. Alle Quarzkrystalle sind mit einer trüben weisslichen Rinde bedeckt, ausser an den Stellen, wo dicht haftendes Zinnerz schützend einwirkte.

Umwandlung von Olivin.

Den Olivin des Basaltes des Virneberges fand Rhodius[6]) in eine weiche grüne, wachsglänzende, völlig undurchsichtige (wasserfreie?) Masse umgewandelt. Die Schwefelverbindungen von Kupfer und Eisen der nahen Grauwacke liefern schwefelsäurehaltige Lösungen, mit denen das Magnesiasilikat des Olivins sich in lösliches und fortgeführtes Magnesiasulfat umsetzt, so dass der Rest sehr reich ist an Kieselsäure und Eisenoxydul. Dieser enthält nach 2 Analysen

[1]) Jahrb. Naturk. Nassau 7. 216. 218. 1851. — [2]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1867. 228. — [3]) Wien. Akad. Ber. 49. 331. 1864. — [4]) Pogg. Ann. 69. 435. — [5]) Chem. Geol. 3. 816. — [6]) Ann. Chem. Pharm. 63. 217. 1847.

			Mittel		O	
SiO^2	49,2	53,6	51,4	=	27,41	
$\dddot{\text{Fe}}$	1,4	0,7	1,0		0,30	
FeO	31,5	26,1	28,8		6,40	} 13,36
MgO	16,8	18,0	17,4		6,96	
	98,9	98,4				

Abgesehen vom Eisenoxyd ist der Rest nahezu 11 $MgO\,SiO^2 + 10\,FeO\,SiO^2$. Dass Eisen zugeführt ist, erscheint höchst wahrscheinlich; Analysen des frischen Olivins liegen nicht vor.

Seltner als in Serpentin sind die Olivine der Basalte nach Zirkel in radialfaserige Kugeln umgewandelt,[1]) welche sich nach Rosenbusch chemisch und optisch wie Grengesit verhalten.[2]) Olivin der Melaphyre fand er in Delessitaggregate umgewandelt,[3]) aus denen weiter Gemenge von Brauneisen und Karbonaten oder von Brauneisen und Quarz (Chalcedon) hervorgehen.

Im veränderten Pikrit von Hotzendorf, Mähren, kommen veränderte Olivine vor von der Form des basaltischen Olivins, welche gewöhnlich im Inneren vollständig dicht sind, muscheligen Bruch mit wachsähnlichem Schimmer zeigen und ein spec. Gewicht von 2,7 haben. In dem Gestein, welches einige Zeit an der Luft gelegen hat, besitzen sie eine unreine apfelgrüne bis bläulichgrüne Farbe. Das Gestein, welches endlich in ein kalkreiches Chloritgestein übergeht, ist, wie die Olivine, von Kalkspathadern durchzogen; entfernt man den Kalkspath durch Säuren aus dem Olivin, so bleibt ein Skelet, das aus sehr dünnen, meist parallelen Wänden besteht. In diesen Olivinpseudomorphosen fanden Madelung[4]) a und b, Carius[5]) c:

	a	b	c		d
SiO^2	48,55	40,09	21,90		45,95
$\dddot{\text{Al}}$	4,03	7,13	2,24		—
$\dddot{\text{Fe}}$	5,50	4,69	7,01		2,02
MgO	2,50	1,38	9,32		23,99
CaO	20,40	24,37	34,73		3,90
Na^2O	nicht bestimmt	nicht bestimmt	1,34		—
K^2O	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0,89		—
Wasser	4,40	4,39	3,23 [6])		6,79
CO^2	16,23	18,54	19,61		3,90
	101,61	100,59	100,27	FeO	13,87
				NiO	0,29
					100,71

Das Eisen findet sich in c als Oxyd oder Oxydhydrat; 19,61 pCt. CO^2 erfor-

[1]) Basaltgesteine. 1870. 64. — [2]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gesteine. 1877. 431. — [3]) ib. 394. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanst. 14. 8. 1864. — [5]) Blum. Pseudom. III. 282, wo auch Lewinstein's Analyse vom veränderten Olivin aus basaltischem Gestein von Ihrigen am Kaiserstuhl mitgetheilt wird, welche reichlich Eisen und Thonerde neben wenig Magnesia zeigt. — [6]) Getrocknet bei 150°.

dern 24,96 pCt. Ca O = 44,57 pCt. Kalkkarbonat; ein Theil des Kalkes ist also noch als Silikat vorhanden. In a sind 20,66 pCt. Kalk, in b 23,60 pCt. Kalk für die entsprechende Kohlensäure erforderlich. Wie man sieht, ist der grösste Theil der Magnesia und der Kieselsäure entfernt, Thonerde, Kalk, Alkali und Kohlensäure hinzugetreten. Auch in den übrigen Pikriten desselben Gebietes treten bei der Verwitterung ähnliche Pseudomorphosen von Olivin auf.[1]) Anscheinend frische Olivine brausen mit Säure. Ein Theil der aus dem Olivin und dem Gestein entfernten Kieselsäure findet sich als Hornstein in den Kalklagern wieder.

Unter d ist die Analyse von weissgelbem, mattem, glanzlosem, mit mürben dunkelgrünen Körnchen gemengtem Olivin (sp. G. 2,01) aus Unkeler Basalt nach Jung[2]) mitgetheilt. Es entsprechen 3,90 Kalk 6,96 pCt. Kalkkarbonat, es muss also noch Ein Karbonat vorhanden sein.

Umwandlung von Monticellit [(2 Ca O + Si O²) + (2 Mg O Fe O + Si O²)].

Dieselbe Fundstätte, Pesmeda, Monzoni, welche Pseudomorphosen des Monticellites in eine kalkhaltige, dem Serpentin entsprechende Verbindung liefert, führt auch Pseudomorphosen in Fassait (sp. G. 2,960). Die rauhe Oberfläche zeigt ein regelloses Aggregat kleiner Fassaite, im Bruch erkennt man schalen- oder rindenähnliche Zusammensetzung. Der Kern besteht häufig aus Serpentin, der auch vielfach das Fassaitgebilde durchdringt. Zuweilen stellt das Innere eine kleine, mit körnigem Kalk erfüllte Druse dar. Der Fassait enthält nach vom Rath[3]) a

	SiO^2	$\ddot{Al}$	$\ddot{Fe}$	Fe O	Mg O	Ca O	Glühverl.	
a.	47,69	7,01	—	3,62	16,10	24,57	1,05	= 100,04
O	25,43	3,27	—	0,80	6,44	7,02		= 14,26 : 3,27 : 25,43 .
b.	48,16	6,61	3,66	—	16,76	24,71	0,10	= 100,00.

Thonerde und Kieselsäure sind zugeführt, Kalk in noch höherem Grade als Magnesia entfernt.

Lemberg fand in denselben Pseudomorphosen, denen der Serpentin durch Behandlung mit Salzsäure und Aetznatron entzogen war, die Zusammensetzung b mit O ($\ddot{Fe}$ als Fe O berechnet) 14,49 : 3,09 : 25,69. Lemberg nimmt keine Pseudomorphose an, sondern gleichzeitige Bildung;[4]) die in Calcit eingewachsenen Fassaite haben dieselbe Zusammensetzung wie b.

Ebenda fand vom Rath auch eine Pseudomorphose nach Monticellit, welche zum grössten Theil aus einem Aggregat von schwärzlich-grünem Ceylanit besteht.[5])

[1]) Tschermak. Porphyrgest. Oesterreichs. 250 und ff. — [2]) Jahrb. Miner. 1863. 831. Vergl. S. 7 bei Olivin. — [3]) Pogg. Ann. 155. 37. 1875 und Zs. geol. Ges. 27. 371. 1875. Dieselben Pseudomorphosen kommen auch (l. c. 382) am nahen Toal della foglia vor. — [4]) Zs. geol. Ges. 29. 473. 1877. — [5]) Zs. geol Ges. 27. 395. 1875.

Umänderungen des Wollastonites ($Ca O Si O^2$).

Im Wollastonit treten neben Kalk geringe Mengen Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul auf.

Aus Wollastonit von Cziklowa, Banat, sah Sandberger[1]) Apophyllit hervorgehen. Ist dieser $4 (H^2 Ca Si^2 O^6 + aq) + K Fl$, so ist Fluorkalium und Wasser zugetreten, Kalk ausgeschieden.

Früher schon fand Streng[2]) in Auerbach aus Wollastonit hervorgegangenen Apophyllit, der als Kluftausfüllung auftritt. Der Wollastonit brauset schwach mit Säuren; kohlensaure Wässer hatten ihn in $Ca O C O^2$ und Apophyllit zerlegt, indem K Fl hinzutrat. $2 Ca O + 2 Si O^2 + Co^2 = Ca O CO^2 + (Ca O + 2 Si O^2 + 2 aq + {}^1/_4 K Fl)$.

Der Wollastonit von Capo di bove ist in der feinerdigen, unkrystallinischen, röthlichweissen Masse des Spadaites eingewachsen, welcher nach v. Kobell 56 pCt. $Si O^2$; $0{,}_{66}$ pCt. $\dddot{A}l$; $30{,}_{67}$ pCt. Mg O; $0{,}_{66}$ pCt. Fe O; $11{,}_{34}$ pCt. Wasser enthält $= H^2 Mg^5 Si^6 O^{18} + 3 aq$. Lemberg erhielt, als er Wollastonit 25 Tage lang bei 100^0 mit Lösung von Magnesiasulfat oder Chlormagnesium behandelte, ein Umwandlungsprodukt von fast genau Spadaitzusammensetzung, während bei gewöhnlicher Temperatur die Umsetzung sehr viel geringer war. Das Kalksilikat wird durch Magnesialösung in ein wasserhaltiges Magnesiasilikat verwandelt.[3])

Xonotlit hat Rammelsberg ein mit Apophyllit und Bustamit verwachsenes, feinsplittriges Mineral (sp. G. $2{,}_{710}$—$2{,}_{718}$) von Tetela de Xonotla, Mexico, benannt, welches aus $4 Ca O Si O^2 + aq$ besteht und neben Kalk etwas Mangan- und Eisenoxydul enthält. Diese Zusammensetzung, deren Gehalt an Mn O und Fe O aus dem Bustamit herrühren kann, und die Begleitung von Apophyllit machen eine Entstehung aus Wollastonit wahrscheinlich. Nach Rammelsberg ist es vielleicht aus Bustamit durch Einfluss kalk- und kieselsäurehaltigen Wasser entstanden.[4])

Umänderung von Serpentin.

In Serpentinpseudomorphosen nach einem unbekannten Mineral (reckteckige Tafeln oder Platten) von Tilly-foster-Grube, Putnam Co., New York, fand J. D. Dana dünne Platten aus Magnetkies bestehend, der hier pseudomorph nach Serpentin ist.[5])

Am Peterlestein bei Kupferberg, Oberfranken, fand Sandberger Magneteisen pseudomorph nach Chrysotil. Dieser bezeichnet den Beginn der Umwandlung des Olivinfelses in Serpentin, indem er in den Kluftflächen zuerst auftritt. Später sind die Chrysotiladern mit genauester Erhaltung der faserigen Struktur in körniges Magneteisen umgewandelt. Der Eisengehalt des Chrysotils reicht schwerlich zu dieser Umwandlung hin.[6])

[1]) Jahrb. Miner. 1875. 625. — [2]) ib. 1875. 394. — [3]) Zs. geol. Ges. 24. 251. 1872. — [4]) Zs. geol. Ges. 18. 34. 1866. — [5]) Amer. J. sc. (3) 8. 456. 1874. — [6]) Jahrb. Miner. 1867. 175.

Umänderung des Talkes ($H^2 Mg^3 Si^4 O^{12}$).

Heddle fand in Hagdale, Unst, Talk in Kämmererit umgewandelt.[1]) Es ist darnach Thonerdesilikat in die Verbindung eingetreten.

Umänderung von Titanit (Sphen).

Nach Groth[2]) liefert der Titanit des Plauenschen Grundes, a, durch complicirte Verwitterung die Zusammensetzung b, welche einer erdigen hellgelben Substanz in Titanitform angehört.

	a	b
Titansäure	31,16 pCt.	34,85
Kieselsäure	30,51	26,01
Thon- u. Yttererde	2,44	9,84
Eisenoxyd	5,83	13,39
Manganoxydul	1,02	1,64
Kalk	31,34	16,21
	102,30	101,44

Thonerde und Eisenoxyd haben zugenommen, Kalk ist vermindert.

Nach Dana findet sich Titanit in Steatit umgewandelt.[3])

Magneteisen nach Sphen erwähnt Scheerer in Syenit einer der Langsöe-Gruben bei Arendal. Der Krystall, obwohl in seiner äusseren Form vollkommen scharf, ist glanzlos, stellenweis mit einem feinschuppigen, bräunlichgelben, eisenoxydhaltigen Mineral dünn überflogen und besteht aus feinkörnigem, feinporösem Magneteisen mit geringen Mengen von Titansäure und Kieselsäure.[4])

Umänderung von Perowskit ($Ca\,O\,Ti\,O^2 + n\,Fe\,O\,Ti\,O^2$).

Den Perowskit von Magnet Cove, Arkansas, fand G. König in eine weiche grauliche Masse von Hydrotitanit umgeändert, der bisweilen den ganzen Krystall bildet. Er enthält 82,82 pCt. $Ti\,O^2$; 7,76 $\dddot{F}e$; 2,72 Mg O; 0,80 Ca O; 5,50 Wasser = 99,60.[5]) Also Oxydation des Eisens, Fortführung des Kalkes; Aufnahme von Wasser und Magnesia. Perowskit = 8 Ca O $Ti\,O^2$ + 1 Fe O $Ti\,O^2$ entspricht = 58,06 pCt. $Ti\,O^2$, 36,13 Ca O, 5,81 Fe O.

Magneteisen nach Perowskit findet sich nach v. Kokscharow[6]) in der Grube Achmatowsk, Ural, in Chloritschiefer.

Kieselzinkerz ($2\,Zn\,O + Si\,O^2 + aq$) und Willemit ($2\,Zn\,O + Si\,O^2$).

Nach Monheim löst sich Kieselzinkerz nicht in kochendem Wasser, nach

[1]) Blum. Pseudom. III. 279 = Phil. Mag. (4) 17. 42. 1859. — [2]) Jahrb. Miner. 1866. 48 und 51. — [3]) Mineral. 386. — [4]) Paramorphismus. 1854. 65. 66 und Blum. Pseudom. III. 239. — [5]) Proc. Acad. nat. sc. Philadelph. 1876. 82. — [6]) Blum. Pseudom. III. 240.

Bischof[1]) lösen 10000 Theile Wasser von künstlichem kieselsaurem Zinkoxyd 0,054 Theile. In kohlensaurem Wasser löst sich Kieselzink nach Monheim ohne Zersetzung;[2]) durch längere Einwirkung von Kohlensäure wird das gelöste Kieselzink theilweise zerlegt, es entsteht Zinkkarbonat, während die ausgeschiedene Kieselsäure gelöst bleibt. Aus solcher Lösung kann sich daher Kieselzink und Zinkspath absetzen;[3]) es kommen deshalb beide Erze oft neben einander vor, und nicht selten ist Zinkspath aus Kieselzink hervorgegangen. In Rezbanya ist nach Peters das derbe Karbonat meist Umwandlungsprodukt des Kieselzinks.[4]) Dass Kieselzinkerz aus Zinkbikarbonatlösungen bei Zutritt löslicher Silikate (von Alkalien, Kalk, Magnesia) entsteht, ist durch Monheim[5]) für Natronsilikat nachgewiesen und für Kalk- und Magnesiasilikat sicher anzunehmen. Einwirkung von Bikarbonatlösungen der Alkalien, Erden u. s. w. auf Kieselzink bewirken Umbildung in Zinkkarbonate.

In der Grube Dolores, Thal von Udias, Prov. Santander, Spanien, findet sich Kieselzink in Zinkblüthe[6]) umgewandelt; beide Erze bilden ferner wiederholt wechselnde Lagen nieren- und tropfsteinförmiger Massen, und Zinkblüthe kommt ästig wie Eisenblüthe vor.

Im Altenberg bei Aachen bedecken Krystalle von Eisenzinkspath die Kieselzinkkrystalle und nehmen deren Stelle ein; gleichzeitig wird das Kieselzink fortgeführt und es bleibt endlich nur ein Aggregat brauner Eisenzinkspäthe übrig, das die Tafelform der Kieselzinkkrystalle bewahrt hat.[7])

Kieselzinkkrystalle, Gegend um Aachen, verlieren den Wassergehalt nach Blum[8]) und werden zu Willemit. Die wasserhellen oder weissen, glänzenden Krystalle werden erst gelblich, dann trübe, matt, undurchsichtig und erhalten eine rauhe Oberfläche; „endlich erscheinen die Krystalle mehr als körnige Aggregate, die, obwohl sie in ihren Umrissen noch deutlich zu erkennen sind, doch wahrnehmen lassen, dass der Zusammenhang ihrer früheren Masse durch den Verlust eines Bestandtheils aufgehoben wurde."

Malachit pseudomorph nach Kieselzink erwähnt Blum nach G. Rose und Breithaupt von Bogoslowsk. Bisweilen bestehen die Pseudomorphosen aus einem Gemenge von Malachit und Kupfergrün oder nur aus Kupfergrün.[9])

Hohle Umhüllungspseudomorphosen von Quarz nach Kieselzink fand V. Monheim[10]) im Herrenberge bei Nirm, unweit Aachen.

Willemit des Busbacher Berges bei Aachen liefert eisenhaltigen Zinkspath.

Umänderung des Kieselkupfers.

Kieselkupfer fand Peters in Rezbanya in Malachit umgewandelt und zu

[1]) Chem. Geol. III. 710. — [2]) Verh. Rheinl. Westf. 6. 5. 1849. 10000 Th. kohlensaures Wasser lösen nach Bischof 2,44, nach Monheim 4,12 Th. Kieselzink. — [3]) ib. p. 7 und 15. vgl. Bischof. Chem. Geol. I. 65. III. 711 und 784. — [4]) Wien. Akad. Ber. 44. 151. 1861. — [5]) Verh. Rheinl. Westf. 6. 10. 1849. — [6]) Jahrb. Miner. 1864. 850 und Des Cloizeaux. Minér. II. 182. — [7]) A. Müller. Jahrb. Miner. 1875. 872. — [8]) Pseudom. II. 13. — [9]) Pseudom. II. 139. — [10]) Verh. naturh. Ver. Rhl. Westf. 6. 59. 1849 = Blum. Pseudom. II. 96.

Opal und Kieselsäurehydrat verwittert.[1]) Auf einem in ähnlicher Weise halbzersetzten Kieselkupfer fand er Krystalle von Phosphochalcit ($6\,Cu\,O + P^2\,O^5 + 3\,aq$) neben Quarzkrystallen, welche er zum Theil als gleichzeitige Ausscheidung betrachtet.[2]) Websky fand in Kupferberg, Schlesien, Kieselkupfer allmählich an der Oberfläche erdig werdend und in einen fast nur aus Kieselerde bestehenden Guhr übergehend.[3]) Kieselkupfer grösstentheils in Malachit umgewandelt erwähnt Peters von Kapnik.[4])

Umänderung von Lievrit.

In Rengersdorf bei Görlitz kommen in Kakochlor Pseudomorphosen vor, die A. Weisbach lieber auf Lievrit als auf Manganit bezieht. Lievrit $= 6\,R^2\,Si\,O^4 + Fe^2\,Si^3\,O^{12}$, $R\,O = 8\,Fe\,O + 4\,Ca\,O$, ist in lithionhaltigen Kakochlor, wesentlich Manganoxyd, Thonerde, Kieselsäure, Wasser — „schwarzen Erdkobalt, Kobaltmanganerz" — umgewandelt.[5])

Kerolithgruppe.

In Serpentinen und anderen Gesteinen tritt eine Reihe wasserhaltiger, zum Theil Eisenoxydul enthaltender Magnesiasilikate mit kleinerem oder grösserem Thonerdegehalt auf, die hier als Kerolithgruppe zusammengefasst werden. Die chemische Zusammensetzung ist nicht constant, zum grossen Theil sind es Gemenge. Dahin gehören

Kerolith[6]) (Breithaupt) thonerdefrei,
Zöblitzit (Frenzel)[7]) $2{,}57$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$ Melling. Zöblitz,
„ „ $4{,}67$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$ Frenzel. Kändler bei Limbach.
„ „ $9{,}17$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$. Frenzel. Hrubschütz.
Limbachit „ $22{,}09 - 19{,}56$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$. Frenzel[8]). Limbach.

Die beiden letzteren aus Serpentin; Kerolith aus Serpentin und anderen Gebirgsarten.

Dahin gehören thonerdefrei oder thonerdearm: Pikrosmin,[9]) Aphrodit, Monradit (s. Augit), Meerschaum (ein Verwitterungsprodukt des Serpentins), Deweylit (Gymnit), Dermatin; zu den thonerdehaltigen: Pimelith[10]) (mit $2{,}78$ pCt. $Ni\,O$ und $23{,}04$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$), Seifenstein, Biharit und Scheerer's Neolithe.

Letztere zeigen, dass noch heute ähnliche Absätze entstehen.

Auf den Freiberger Pseudomorphosen von Eisenkies nach Magnetkies fand Frenzel[11]) lichtgrüne Ueberzüge, etwa von der Formel ($4\,R\,O + \ddot{\ddot{A}}l + 2\,Si\,O^2 + 3\,aq$) mit $16{,}82$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$ und $41{,}19$ $Fe\,O$.

[1]) Wiener Akad. Ber. 44. 142. 1861. — [2]) ib. 163. — [3]) Zs. geol. Ges. 5. 427. 1853. — [4]) Jahrb. Miner. 1861. 666. — [5]) ib. 1878. 847. — [6]) Kerolith vom See Itkul enthält nach Hermann $2{,}80$ pCt. Ni O, ist frisch apfelgrün und wird an der Luft wachsgelb. — [7]) Jahrb. Miner. 1875. 681. Auch in Lettowitz, Mähren, vorkommend. — [8]) ib. 1873. 790. — [9]) Vergl. Jokely. Jahrb. Reichsanst. 8. 588. 1857 und Augit. — [10]) Auch als Bezeichnung für ein wasserhaltiges Nickelsilikat (Alipit Glocker) aus Schlesien gebraucht. — [11]) Jahrb. Miner. 1874. 676.

12. Complicirte Verwitterung der thonerdehaltigen Silikate.

Complicirte Verwitterung des Orthoklases.

Dahin gehört die Umwandlung in Kaliglimmer, wobei der grösste Theil der Alkalien erhalten bleibt; die in Pinitoid, wo neben Zufuhr von Eisenoxyden Wasser in bedeutender Menge eintritt, die Alkalien sich beträchtlich vermindern; vielleicht die in Pyrargillit, wo Magnesia, Eisenoxyde und Wasser eintreten und fast alles Alkali entfernt wird; die Umwandlung in Pseudophit, bedingt durch Einwirkung von magnesiahaltigen Lösungen mit Aufnahme von Wasser, vollständigem Austritt der Alkalien und eines grossen Theils der Kieselsäure; die Bildung von Neolith, welcher ähnlich dem Pseudophit grösseren Gehalt an Eisenoxydul zeigt; die Umänderung durch Kalk- und Eisenkarbonatlösungen, so dass neben Kalkspath und Eisenoxydhydrat die Feldspathsubstanz fast ganz verschwindet; die häufige Umänderung in Epidot, hervorgebracht durch Zutritt von Kalk und Eisenoxyden, mit Austreten aller Alkalien und eines grossen Theils der Kieselsäure; die Umänderung in Zeolithe, bezeichnet durch Zufuhr von Natron, Aufnahme von Wasser, Entfernung von Kieselsäure; die einmal beobachtete Umänderung in Orangit. Ueber die, wie es scheint, nicht sichergestellte Umwandlung in Zinnerz und Turmalin vergl. S. 313.

Ueber einige andere abweichende Produkte s. S. 304, über vermeintliche Pseudomorphosen in Flussspath s. S. 313, über perthitähnliche Verwachsungen mit Albit s. S. 315 und Umänderungen in Albit.

Auf die Umwandlung des Orthoklases in Glimmer machte zuerst Haidinger aufmerksam.[1]) Unter den in ein Gemenge von Zinnstein und Quarz veränderten Krystallen von St. Agnes, Cornwall, zeigte einer „als Ausfüllungsmasse einen kleinkörnig zusammengesetzten, dem grünlichgrauen Lepidolith ähnlichen Glimmer."[1]) Blum fand Orthoklas des Granites von Warm-Steinach, Fichtelgebirge, in ein sehr feinschuppiges Gemenge von weisslichgrünem Glimmer umgewandelt. Die Veränderung beginnt von aussen und schreitet nach innen vor, so dass manchmal noch ein Kern von Feldspath vorhanden ist. — „Der feinschuppige Zustand des Glimmers scheint nur ein Uebergang zum blättrigen zu sein, da nicht selten die Pseudomorphosen mit Glimmerblättchen bedeckt sind, die ohne regelmässige Lage auch in jene eindringen und in schuppigen Glimmer verlaufen."[2]) Analyse s. S. 302.

In Drusenräumen des Granites zwischen Hirschberg und Lomnitz, Schlesien, fand G. Rose die Orthoklase mehr oder weniger vollständig in gelblichweissen kleinschuppigen Glimmer umgeändert. Bisweilen fand die Bildung von Glimmer nur an der Oberfläche statt, bisweilen ist die Umänderung vollständig. Im ersten Fall hat der Orthoklas in der Nähe des Glimmers Farbe, Glanz und etwas an Härte verloren, er ist matt und weiss geworden und lässt sich mit dem Messer ritzen, während er entfernter vom Glimmer noch lichtfleischroth

[1]) Abhand. der böhm. Ges. d. Wissensch. Prag. 1841. Nach Blum. Pseud. I. 25. Vergl. Zinnstein nach Orthoklas. — [2]) Pseudom. I. 26.

ist und seine Härte bewahrt.[1]) Von einem und demselben Krystall analysirte vom Rath den frischen fleischrothen Orthoklas des Innern (I, sp. G. 2,544), die verwitterte, grünlichweisse, zerreibliche, mit silberglänzenden Pünktchen erfüllte (von 3,23 pCt. Quarz befreite) Feldspathzone (b, sp. G. 2,646) und den nach aussen folgenden, grünlichen, schuppigen Glimmer (c, sp. G. 2,867), welcher von kleinen Quarzkörnchen befreit war.[2]) Kjerulf fand in dem Glimmer d,[3]) Bischof in Glimmer in Formen von Orthoklas, wahrscheinlich von Lomnitz,[4]) e.

	I	b	c	d	e
$Si O^2$	66,66	65,48	49,04	51,73	48,19
$\ddot{\ddot{A}}l$	18,86	20,34	29,01	28,75	30,17
$\ddot{\ddot{F}}e$	0,46	1,32	5,56	5,37	5,69
Mg O	0,21	0,30	0,75	0,62	0,42
Ca O	0,36	0,54	0,17	—	—
$Na^2 O$	3,01	2,08	0,50	2,14	0,35
$K^2 O$	11,12	9,21	11,19	8,28	8,13
Glühverlust	0,50	1,34	3,49	—	1,56
Wasser	—	—	1,16	—	—
Fluor	—	—	—	0,83	?
	101,18	100,61	100,87	97,72	94,51

O in I: 0,96 . 3 . 11,92, entsprechend der Orthoklasformel.
b 0,72 . 3 . 10,58.
c 3 . 5,15 (O ohne Glühverlust und Wasser berechnet = 2,88 : 15,22 : 26,15).
d 3 . 5,51.

Nimmt man die Thonerde als constant, so ist in b und c Kieselsäure und Alkali entfernt und Eisenoxyd zugeführt; die Kieselsäure findet sich zum Theil als Quarzkörnchen in b und c wieder. Der Glimmer gehört in die Reihe der Kaliglimmer.

Kenngott[5]) und Tschermak[6]) fanden in lockerkörnigem Granit von Rio de Janeiro den fleischrothen Orthoklas entweder ganz in grünlichen Glimmer umgewandelt, oder den grünlich gewordenen Orthoklas Glimmerschüppchen enthaltend. Die Glimmerbildung geht nicht von aussen nach innen, bei einzelnen Orthoklasen ist fast das ganze Innere von Glimmer erfüllt, während aussen eine weisse, glänzende Orthoklashülle vorhanden ist.[5]) Nach Tschermak tritt auch Quarz und Ankerit als den Orthoklas verdrängend auf.

Herm. Credner fand in Orthoklas-Quarz-Gängen des Granites von Rochsburg[7]) und in den Pegmatitgängen des normalen sächsischen Granulites den Orthoklas umgewandelt in Kaliglimmer, der von Quarz begleitet wird. Bei den letzteren ist der frische Kern der umgewandelten Orthoklase fleischroth, nach aussen hin wird die Farbe lichtgelb, die Hülle bilden silberweisse Glimmer-

[1]) Pogg. Ann. 80. 121. 1850 und Zs. geol. Ges. 2. 9. 1850 = Blum. Pseudom. II. 26. — [2]) Pogg. Ann. 98. 280. 1856. — [3]) J. pr. Chem. 65. 190. 1855. — [4]) Chem. Geol. II. 737. — [5]) Uebersicht d. Resultate miner. Forsch. f. 1856 und 1857. 196. — [6]) Tschermak. Wien. Akad. Ber. 47. 213. 1863. — [7]) Zs. geol. Ges. 27. 118. 166. 1875.

blättchen. Die Grenzen zwischen der mürben Feldspathmasse und dem Glimmer sind nicht scharf.

Aus Orthoklas entstandenen Glimmer führt Blum noch an aus Graniten von Heidelberg und Baveno.[1]) G. Rose fand den Orthoklas eines Felsitporphyrs, Geschiebe im Rothliegenden bei Opperode, Harz, in ein Aggregat von Kaliglimmer umgeändert.[2]) Liebisch sah die Umwandlung des Orthoklases in grünlichen oder gelblichen Glimmer in den Granitporphyren des Landshuter Kammes, des Buchwalder Zuges, bei Rohrlach, Fischbach, im Eulengrund bei Wolfshau, bei Erdmannsdorf ziemlich weit vorgeschritten.[3])

Bischof fand a in der gelblichen, schuppigen, glimmerähnlichen Substanz, die aus Orthoklas des Granites von Finbo entstanden war[4]), wobei die Umwandlung von aussen begann, aber nicht gleichmässig auf der ganzen Oberfläche;[5]) in Glimmer aus Orthoklas hervorgegangen von Warmsteinach b, noch mit Quarz gemengt.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\ddot{\overline{Fe}}$	$\ddot{\overline{Mn}}$	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühverl.		
a	55,18	19,87	13,90	Spur	0,17	1,18	1,35	5,87	0,31	=	97,23
b	*60,51	25,00	7,77	—	Spur	—	0,15	3,92	2,65	=	100,00

O in a: 1,77 : 13,27 : 29,43 = 0,40 : 3 : 6,65, das Mineral a gehört demnach nicht in die Reihe der Glimmer. Der veränderte Orthoklas von Warmsteinach enthielt nach Bischof's Analyse 12,76 pCt. $\dddot{Al}$ und 2,09 pCt. $\ddot{\overline{Fe}}$.

Ob nicht hierher auch die von Blum als Talk nach Orthoklas erwähnte Umänderung gehört, welche in Zinnerzgängen bei Altenberg, Sachsen, vorkommt? Das feinblättrig schuppige Gemenge von silber- bis gelblichweissem Talk nimmt die Stelle der Orthoklase ganz ein. Die Flächen der Krystalle sind etwas rauh und drusig. Analysen liegen nicht vor.[6])

Die Orthoklase der Felsitporphyrgerölle im Conglomerat des Rothliegenden von der Klitschmühle in Oberwiesa, Sachsen, fand A. Knop weich, thonig, aussen glatt und in ihrer Masse stetig, innen oft mit einer Höhlung und zerfressenen Wänden, oder schwammig. Die Farbe ist graulichgrün, oft rothbraun, punktirt oder mit Eisenoxydhydrat wolkig durchzogen. Sie bestehen aus 33,75 pCt. Feldspath und Glimmer und 64,54 pCt. „Pinitoid", nachdem durch Salzsäure das anhängende Eisenoxydhydrat entfernt war. Der graugrüne Pinitoid, durch heisse concentrirte Schwefelsäure zersetzbar, enthält a und b:

[1]) Pseudom. III. 87. — [2]) Mineralog. Museum in Berlin. — [3]) Zs. geol. Ges. 29. 724. 1877. — [4]) Chem. Geol. 2. 737. b. ibid. = Verh. naturh. Ver. Rhld. und Westf. 12 315. 1860. — [5]) Blum. Pseudom. III. 86. I. 72. — [6]) Pseudom. 109.

	a	b	c	d
SiO^2	51,00	49,32	47,77	46,54
$\dddot{Al}$	28,66	29,49	31,25	34,70
$\dddot{Fe}$	—	—	—	2,88
Fe O	3,04	5,68	8,94	—
Mn O	—	—	Spur	—
Mg O	0,70	0,15	0,50	0,48
Ca O	—	—	—	0,82
Na^2O	9,88	3,24	1,50	2,16
K^2O		5,14	5,85	7,02
Wasser	6,77	6,98	4,19	6,89
	100,00	100,00	100,00	100,99

O von a 2,63 . 13,38 . 27,20 . 6,02 }
b 3,03 . 13,77 . 26,30 . 6,20 } 0,6 . 3 . 6 . 1,35.
c 3,57 . 14,59 . 25,48 . 3,57 = 1 . 4 . 7 . 1.

Nimmt man Thonerde als constant, so wird aus dem Orthoklas Kieselsäure und Kali abgeschieden, Eisenoxydul und Wasser aufgenommen. Knop berechnet, dass 164 Orthoklas 100 Pinitoid geben oder 1 Vol. Orthoklas 0,55 Vol. Pinitoid,[1] da 2,788 das sp. G. von Pinitoid ist. Knop betrachtet das Pinitoid als die erste Stufe der Umwandlung des Orthoklas in Kaliglimmer. Pinitoid (c) mikro- bis kryptokrystallinisch, von meist pelitischem bis derbem dichtem Habitus, grünlich oder lauchgrau bis weisslich und roth findet sich in Pseudomorphosen nach Feldspath in verwitterten Felsitporphyren zwischen Freiberg und Chemnitz und in Ablagerungen des Rothliegenden, welche aus Porphyr und Detritus bestehen.[2]

Zu den Umwandlungen des Orthoklases in Pinitoid gehört das Vorkommen im Felsitporphyr am Raubschlösschen bei Weinheim nach Cohen. Die meist hellgraulichgrünen bis ölgrünen, gleichartig dichten Pseudomorphosen zeigen im Dünnschliff nach Cohen gleichmässige Aggregatpolarisation, enthalten hie und da Quarzkörnchen, in und auf fast allen Pseudomorphosen erkennt man kleine helle Glimmerschuppen. Cohen[3] fand darin e, und nach Abzug des in concentrirter Schwefelsäure und in Kalihydrat unlöslichen Rückstandes (Quarz und einige Glimmerschüppchen) f; Analyse von Bischof g.[5] Nach Knop gehört hierher auch die Analyse h, welche Bischof[3] für umgeänderte Orthoklase aus Karlsbader Granit gab. Unter i ist die Analyse umgeänderter Orthoklase ebenfalls aus Granit von Karlsbad durch Crasso[6] angeführt, von denen keine Beschreibung vorliegt.

[1] Jahrb. Miner. 1859. 582 und ff. — [2] ib. 560. 569. cf. 570. — [3] Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. 1871. 117. — [4] Chem. Geologie. II. 422. cf. Blum. Pseud. 131. — [5] l. c. — [6] Rammelsberg. Handwörterb. des chem. Theils der Miner. 1841. 235.

	e	f	g	h	i
SiO^2	44,53	50,82	53,32	51,56	54,17
$\dddot{Al}$	31,50	35,95	33,60	28,59	29,94
$\dddot{Fe}$	—	—	3,83	5,08	1,22
Fe O	2,56	2,92	—	—	—
Mg O	0,36	0,41	1,30	0,90	0,46
Ca O	—	—	—	—	0,59
Na^2O	0,07	0,08	*3,00	*8,09	0,41
K^2O	3,62	4,13			4,67
Wasser	4,98	5,68	4,95	5,78	8,51
Rückstand	12,44	—	—	—	—
	100,06	99,99	100,00	100,00	99,97

Von den übrigen hier angeführten Analysen umgeänderter Orthoklase, welche Blum[1]) zum Theil als Speckstein aufführt, steht a chemisch dem Pinitoid nahe, ganz abweichend ist d.

a) Aus Felsitporphyr des Auerbergs bei Stolberg, Harz. Hellgrün, ganz matt und erdig, mit dem Messer leicht schneidbar, sp. G. 2,75.
Streng. Jahrb. Miner. 1860. 157.

b) Aus Felsitporphyr des Thals der graden Lutter oberhalb Lauterberg, Harz. Sp. G. 2,46.
Streng. Jahrb. Miner. 1860. 154.
Sehr ähnlich, aber mit 3,85 pCt. Ca O C O^2 ist der umgeänderte Orthoklas (sp. G. 2,56) des Felsitporphyrs aus dem unteren Holzemmenthal zusammengesetzt. ib. 153.

c) Aus grauem Porphyr des Mühlenthals bei Elbingerode. Weiss, schwach glänzend; sp. G. 2,63.
Streng. Jahrb. Miner. 1860. 269.

d) Aus Syenit von Geising. Crasso.
Rammelsberg. Handwörterb. d. chem. Th. d. Mineral. 1841. 235.

e) Aus Felsitporphyrconglomerat des Talferthales unweit Kirchboden, mit Kalkspath durchzogen. Schwager.
Gümbel. Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wiss. München. 1876. 55.

f) = e ohne Kalkkarbonat.

	a	b	c	d	e	f
SiO^2	50,95	61,75	51,83	70,79	44,99	63,00
$\dddot{Al}$	30,62	19,62	16,92	17,09	13,55	18,98
$\dddot{Fe}$	—	—	—	1,16	1,52	2,13
Fe O	2,48	1,21	0,77	—	—	—
Mg O	0,85	0,45	0,41	0,65	0,25	0,35
Ca O	0,85	0,88	10,09	0,35	—	—
Na^2O	0,12	—	3,65	0,38	1,24	1,74
K^2O	9,74	12,82	5,70	5,86	7,70	10,79
Wasser	5,25	1,12	8,91 [2])	3,67	2,15	3,01
	99,86	97,85	98,28	99,95	71,40	100,00
				Ca O C O^2	29,20	
					100,60	

[1]) Pseudom. 131. I. 72. — [2]) Glühverlust. Grösstentheils Kohlensäure. l. c. 278. O ber. ohne Kalk und Kohlensäure = 2,95 . 7,90 . 27,64 = 0,85 . 3 . 10,49.

Orthoklas in Pinitoid umgewandelt fand Knop in den Graniten und Syeniten des Odenwaldes, im Porphyr zwischen Altenhain und Gunnersdorf bei Frankenberg, Sachsen, und im Trachyt des Drachenfelses;[1] Sandberger im Felsitporphyr des Gallenbachthales;[2] Heintz[3] im Felsitporphyr von Wittekind bei Halle a./S., Mittel der Analysen d (S. 303); Dalmer in den Botzener Felsitporphyren;[4] Rosenbusch im Foyait von S. Vicente.[5]

Dem wandelbaren Umwandlungsrest lässt sich keine chemische Formel beilegen. Der Gehalt an Magnesia und Kalk scheint überall gering.

Aus Orthoklas eines den Amphibolit am Nordufer des Selgapajalax, Insel Hochland, durchsetzenden Granites sah Lemberg eine braunrothe, amorphe, glanzlose, durch kochende Schwefelsäure vollkommen zersetzbare, dem Pyrargillit ähnliche Substanz hervorgehen.

Sie enthält (nach Abzug von 9,43 pCt. Rückstand):

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	Na^2O	K^2O	Wasser	
48,41	21,24	5,66	9,60	0,37	1,55	13,17	= 100,00

Magnesia und Eisenoxyd sind aus dem Amphibolit aufgenommen, Wasser ist zugetreten, Alkali fast vollständig entfernt.[6] O von $SiO^2 : \dddot{Al} = 2{,}608 : 1$; O des Ganzen: $4{,}20 : 11{,}62 : 25{,}82 : 11{,}71$ = etwa $RO + \dddot{R} + 3\, SiO^2 + 3$ aq. Der Granit ist an derselben Stelle in Epidosit (Epidot + Quarz) umgewandelt.

Orthoklas und Plagioklase ändern sich unter Abgabe der Alkalien und Aufnahme von Magnesia, mehr oder weniger Eisenoxyd und Wasser in chloritische Verbindungen um, die zum Theil als Pseudophit bezeichnet werden. Die Umänderungen, welche Aggregate von Orthoklas und Plagioklas erfahren, sind hier aufgeführt, für die aus Oligoklas entstandenen siehe diesen.

In den mit Magnesiaglimmer umgebenen Orthoklasknauern des Kalkes des Gneisses von St. Philippe bei Markirch, Elsass, fand Delesse das Aeussere des Orthoklases längs der Spalten oder die ganze Masse des Orthoklases in ein dichtes, hellgrünes bis grünlichweisses, weiches Mineral verwandelt, welches Delesse als dem Pyrosklerit (s. Diallag) nahestehend, aber aus Orthoklas hervorgegangen betrachtet.[7] Nach Groth's Untersuchung ist es da, wo man makroskopisch keinen Magnesiaglimmer erkennt, fast ganz homogen, fast einfach brechend und als ein höchst fein verfilztes krystallinisches Aggregat aufzufassen, in dem zahlreiche, kleine, doppeltbrechende Stellen hervortreten, jedenfalls grössere faserige Partien derselben Substanz. Es enthält sparsam Titanit und Biotit, an einzelnen Stellen viel braunen Magnesiaglimmer und farblose feinfaserige Aggregate, die aus diesem entstanden, und steht, bis auf die chemische Zusammensetzung, in allen Eigenschaften dem Serpentin nahe. Wo das Mineral blättrig-krystallinische Struktur zeigt, ist die Bildung aus Feldspath nicht vollendet.[8]

[1]) Jahrb. Miner. 1862. 144. — [2]) Geol. Beschreib. von Baden. 1861. 25. — [3]) Kenngott. Uebers. d. mineralog. Forsch. für 1862—1865. 184. Aus dem geglühten Mineral sind alle Alkalien durch Salzsäure ausziehbar. — [4]) Jahrb. Miner. 1878. 254. — [5]) Mikrosk. Phys. d. massigen Gest. 1877. 206. — [6]) Arch. f. Naturkunde Livlands etc. (1) 4. 385. 1868. — [7]) Ann. min. (4) 20. 155. 1851 und Bull. géol. (2) 9. 140. 1852. — [8]) Abh. zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. I. 453. 1876.

a Analyse von Delesse, b von Werveke.[1])

	a	O	b	O
$Si O^2$	38,89	20,47	32,84	17,51
$\dddot{Al}$	26,54	12,37	17,84	8,10
$\dddot{Cr}$	Spur		—	—
$\dddot{Fe}$	—		3,29	0,99
Fe O	0,59	0,13	1,04	0,23
Mn O	Spur		—	—
Mg O	*22,16	8,86	30,48	12,19
Ca O	0,67	0,19	0,75	0,21
Alkali	Spur		—	—
Wasser	11,61	10,36	bis 200° 2,28	—
	100,00		beim Glühen 12,16	10,81
			100,18	

Aus b berechnet sich mit nur Fe O $5 R O + \dddot{Al} + 3{,}25 Si O^2 + 4 aq$
mit $\dddot{Fe}$ $6 R O + 1{,}4 \dddot{R} + 4 Si O^2 + 5 aq$

Diese Verhältnisse nähern sich dem eines dichten Chlorites (Pennins) und dem des Pseudophites, welchen Namen Groth dem Mineral beilegt. Er beobachtete dasselbe Mineral äusserst feinfaserig den Orthoklas durchziehend im Rain de l'Horloge, westlich von St. Philippe.[2])

Feldspathmassen, Aggregate von Orthoklas und Plagioklas, aus dem Kalklager des Gneisses nächst Plaben bei Budweis fand von Drasche aussen in ein lichtgrünes, an den Kanten durchscheinendes, homogenes, weiches Mineral c (sp. G. 2,81) umgewandelt, welches im Dünnschliff noch die Umrisse der einzelnen Feldspathkrystalle und selbst Spuren von Zwillingsstreifung zeigt.[3])

Eine ähnliche Umänderung in ein graugrünes steatitähnliches Mineral (sp. G. 2,61) fand v. Zepharovich[4]) in den dem Gneiss angehörigen dolomitischen Kalklagern von Ckyn, Pilsener Kreis, Böhmen. Gintl fand darin d. Dunkle, fettglänzende, mit dem Messer schneidbare Massen, aus Orthoklas mit Plagioklas entstanden, aus Serpentin von Böhrigen, Sachsen, enthalten nach Lemberg[5]) e; dunkelgrüne, weiche, serpentinähnliche Massen, entstanden aus Feldspath im Serpentin von Waldheim, nach Lemberg[6]) f.

Als umgewandelte Feldspäthe (ob trikline?) gehören wahrscheinlich hierher: g, Allophit, dichte, mikrokrystallinische, blassgraue Massen (sp. G. 2,641) aus dem Kalkbruch bei Colonie Steinhäuser nahe Langenbielau, Eulengebirge, welche braunen Magnesiaglimmer enthalten.[7]) Pseudophit, h, (sp. G. 2,75—2,77) von Zdjarberg bei Aloysthal, Mähren, nach Analyse von K. von Hauer[8]) steht

[1]) ib. 455. Die von Ebert (Jahrb. Miner. 1875. 71) angestellte Analyse ist nach Groth mit einer durch Kalkkarbonat verunreinigten Substanz angestellt und weicht bedeutend ab. — [2]) l. c. 454. — [3]) Tschermak. Mineral. Mitth. 1873. 125. Nach Jarisch kommt in Plaben auch ein grüner Steatit vor, der die Zusammensetzung des Pyrallolithes zeigt. ib. 1872. 257. — [4]) ib. 1874. 7. — [5]) Zs. geol. Ges. 27. 542. 1875. — [6]) ib. 547. cf. 545 und 548, wo noch zahlreiche Analysen angeführt sind. — [7]) Websky. Zs. geol. Ges. 25. 400. 1873. Analyse von Leffler. — [8]) Jahrb. geol. Reichsanst. 10. Anhang 15. 1859. 12,68 pCt. Glühverlust.

chemisch nahe. Fischer[1]) fand darin reichlich Magneteisen, der Dünnschliff weiset einen polarisirenden Serpentin auf mit Enstatit und Olivinkörnern. Nach Peters[2]) wird das Enstatit führende Gestein von Hornblendeschiefern des Gneisses begleitet, aber ein Vorkommen von Feldspath im Serpentin des Zdjarberges nicht erwähnt. Ob umgewandelter Anorthit vorliegt?

	c	d	e	f	g	h.
$Si O^2$	34,63	35,31	36,08	33,79	36,23	33,42
$\ddot{\overline{Al}}$	17,13	18,28	18,83	16,15	21,93	15,42
$\dddot{Fe}$	—	1,26	0,26	6,24	2,18	—
$\ddot{\overline{Cr}}$	—	—	—	—	0,85	—
Fe O	1,61	0,83	—	—	—	2,58
Mg O	33,38	31,61	28,48	30,36	35,53	34,04
Ca O	—	—	0,62	—	—	—
Glühverlust	13,93	13,26	Wasser 15,18	13,46	2,98	12,68
	100,68	100,55	98,95	100,00	99,70	98,14

Eintritt von Magnesia und Wasser, vollständige Entfernung der Alkalien, geringer Kieselsäuregehalt bezeichnet diese Umwandlung.

Umwandlung von Orthoklas in Chlorit fand Blum in Berggieshübel. Der Orthoklas wird aussen matt und grünlich, es entstehen feine Chloritschüppchen, die endlich eine Rinde von Chlorit bilden. Der Chlorit drängt sich auch in die Spalten der Orthoklase ein, so dass ein Gemenge von Orthoklas und Chlorit entsteht. Bisweilen bleibt ein Kern von Orthoklas erhalten, bisweilen bestehen die Krystalle ganz aus Chlorit.[3]) Analysen des Chlorites liegen nicht vor.

Im Meiersgrund unter der Wilhelmsleite, SW von Ilmenau, ist der Orthoklas des Felsitporphyrs vielfach verwittert und verändert. Die umgeänderten Feldspäthe bestehen aus einem thonigen weichen Mineral, das besonders im Innern der Krystalle innig mit Eisenoxydhydrat vermischt ist, einem grünen pinitartigen Silikat und Kalkspath, dessen Kryställchen von einem Netzwerk der anderen Bestandtheile umgeben sind. Der Kalkspath wird bald wieder ausgelaugt.[4])

Die von Crasso[5]) analysirten, rothbraunen, weichen Orthoklase enthielten in Salzsäure löslich 67,9 pCt. a, unlöslich 32,1 pCt. b, als Ganzes c, c ohne Kalkkarbonat und Eisenoxyd berechnet = d = 33 pCt. von c.

[1]) Kritische mikrosk. mineralog. Studien. I. Fortsetzung 1871. 33. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 10. 227. 1859. — [3]) Pseudom. I. 85. Vergl. auch Volger. Studien u. s. w. 164. — [4]) von Fritsch. Zs. geol. Ges. 12. 113. 1860. — [5]) Pogg. Ann. 49. 385. 1840 = Blum. Pseudom. 70.

	a	b	c	d	O	
SiO^2	—	70,82	22,73	68,88	36,74	10,84
$\dddot{A}l$	2,04	18,08	7,19	21,79	10,17	3
$\dddot{F}e$	16,54	3,08	12,51	—	—	
Mn O	0,25	—	0,17	0,51	0,11	0,62
Mg O	0,90	—	0,61	1,85	0,74	
Na^2O	—	0,64	0,21	0,64	0,17	
K^2O	0,90	4,62	2,09	6,33	1,08	
$CaOCO^2$	72,84	—	49,26	—	—	
Verlust	6,53	1,86	5,03	—	—	
	100,00	100,00	100,00	100,00		

Bischof erhielt aus solchen rothbraunen Pseudomorphosen nach Einwirkung von sehr verdünnter Salzsäure sehr poröse Massen, welche meist noch unvollkommene Skelete der ursprünglichen Krystallform darstellen.[1]) Blum erhielt von dort Krystalle, welche fast ganz aus Kalkkarbonat bestanden und nach Einwirkung von Salzsäure nur noch einen sehr geringen Rückstand, feine Feldspathkörnchen und Kaolin, hinterliessen. Je mehr das Kalkkarbonat vorherrscht, um so heller wird die Farbe der Pseudomorphosen.[2]) Es kommen dort also sehr verschiedene Stadien der Umwandlung vor. Die Zuführung von Kalk-, resp. Eisenoxydulkarbonat, die Fortführung der Kieselsäure und Alkalien ist klar. Schwieriger ist die Fortführung der Thonerde zu erklären, wenn auch Alkalisilikate Thonerde lösen und Thonerdesilikat in Wasser nicht unlöslich ist.

Orthoklas, aussen vollständig frisch, innen kaolinisirt, grünlich oder bräunlich und mit Säuren brausend, erwähnt Blum aus Felsitporphyr von Grube Teufelsgrund, Münsterthal,[3]) Feldspath in Gemenge von Kalkspath und koalinartiger Substanz umgewandelt Tschermak aus „Trachytporphyr" von Offenbanya.[4])

Cohen fand im Felsitporphyr des Leichtersberges O. von Schriesheim Pseudomorphosen, welche neben Orthoklasresten aus einem Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydhydraten bestehen.[5])

Nach Dalmer kommen an der Wilhelmsleite bei Ilmenau Pseudomorphosen mit Kalkkarbonat und Eisenoxyd vor, die die Form des Orthoklases meist ausgezeichnet bewahrt haben, auch im Innern meist keine Hohlräume zeigen, und Pseudomorphosen ohne Kalkspath, welche den Raum der ehemaligen Orthoklaskrystalle nur unvollständig und locker ausfüllen. Die ersteren enthalten Silikatreste ohne Spaltbarkeit und Glanz, eine hellgrünliche, mit dem Fingernagel ritzbare Substanz, welche nicht Pinitoid ist, und zeigen im Dünnschliff farblose porös zerfressene Kieselsäure sowie kleine grüne Kryställchen von cubischer oder octaedrischer Form. Die Analysen ergaben:

[1]) Chem. Geol. 2. 429. — [2]) Pseudom. III. 202. — [3]) Pseudom. III. 204. — [4]) Wien. Akad. Ber. 46. 486. 1862 = Blum. Pseud. III. 279. — [5]) Die zur Dyas gehörigen Gest. d. südl. Odenwaldes. 1871. 31.

sp. G. 2,53	a[1])	b[2])	sp. G. 2,55 c[1])
Si O²	55,96	28,95	21,37
Äl	11,39	5,72	5,91
F̈e	2,78	12,79	4,96
M̈n	0,22	0,86	—
Mg O	—	0,12	—
K² O	* 5,01	1,83	1,62
Glühverl.	2,78	Wasser 3,55	Glühverl. 1,92
Ca O CO²	11,86	45,72	64,12
	90,00	99,54	99,90

Für b berechnet Dalmer: ca. 4,5 pCt. von Salzsäure zersetzbares Silikat, 10 pCt. von Schwefelsäure zersetzbares Silikat und 21 pCt. freie Kieselsäure. Das in Essigsäure Unlösliche betrug 53,28 pCt.

Die scheinbar nur aus Eisenocker bestehenden Pseudomorphosen bestanden zu zwei Dritteln aus Silikaten und freier Kieselsäure. Sie enthielten neben 36,46 pCt. Kieselsäure 32,54 pCt Eisenoxyd und 15,94 pCt. Thonerde.

Feldspäthe vom Nordabhang der Wilhelmsleite nahe der von Mönchshof nach der Schmücke führenden Chaussee erscheinen nach Dalmer von aussen frisch, enthalten im Innern zahlreiche Hohlräume, welche durch schmale glänzende Lamellen getrennt werden. Eisenocker liess sich nachweisen, aber kein Kalkkarbonat.

Die Analyse ergab:

Si O²	Äl	F̈e	Mg O	* K² O	Glühverlust.
63,44	20,84	2,27	Spur	10,55	2,90 = 100,00.

In weichem violettem Felsitporphyr ebendaher ist der von Orthoklas gelassene Hohlraum unvollständig von einer dunkelbraunen Masse erfüllt. Sie enthält nach Dalmer:[3])

Si O²	Äl	F̈e	M̈n	* Alkali	Glühverlust
80,14	8,51	4,02	3,57	1,40	2,36 = 100,00.

Ortkoklase des rothen Orthoklasporphyrs zwischen Moena und Predazzo fand Dalmer[4]) in eine grüne, fettig anzufühlende Substanz mit einigen Orthoklasresten umgewandelt. Die Pseudomorphosen zeigen im Innern durchweg continuirliche Raumerfüllung, sie heissen bei den Mineralienhändlern von Campidello Serpentin nach Feldspath. Sie geben an kalte verdünnte Salzsäure ab 17,56 pCt. Ca O C O² und 6,77 Fe O C O² und enthielten als Ganzes (sp. G. 2,64):

[1]) Jahrb. Miner. 1878. 246. Ob 21,86 pCt. Ca O C O²? — [2]) ib. 238. — [3]) Jahrb. Miner. 1878. 252. — [4]) ib. 255.

$Si O^2$	36,93
$\dddot{A}l$	17,91
$\dddot{F}e$	0,85
Fe O	4,99
Mg O	Spur
Ca O	0,53
Alkali	8,79
Wasser, CO^2 und Verlust	5,01
Ca O C O^2	17,56
Fe O C O^2	6,77
	99,84

In der Aslakgrube (Eisenerzgrube) bei Arendal setzt sich fortwährend ein grünes, talkähnliches, thonerdehaltiges Mineral ab, das Scheerer[1]) Neolith genannt hat. Es ist meist derb, oft auch krystallinisch-strahlig und faserig. Die eine der beiden grösseren Grubenwände, durch die das aus benachbarten, ersoffenen, magnesiareiche Mineralien führenden Gruben stammende Wasser dringt, besteht hauptsächlich aus Orthoklas, der zu einer kaolin- oder specksteinähnlichen Masse verändert wird. Der Neolith findet sich auch im Innern des angegriffenen Feldspathes, indem er ausgewaschene Räume erfüllt und sich in dem Maasse vergrössert als der Feldspath Platz macht. Scheerer fand in der helleren Varietät a und einen schwärzlichgrünen b

	a	b	c
$Si O^2$	52,28	47,35	51,25
$\dddot{A}l$	7,33	10,27	9,32
Fe O	3,79	7,92	0,80
Mn O	0,89	2,64	—
Mg O	31,24	24,73	29,92
Ca O	0,28	—	1,92
Wasser	4,04	6,28	6,50
	99,85	99,19	99,71

Eisenoxyd war nicht vorhanden; sp. G. des trocknen Neolithes 2,77.

Scheerer nimmt mit Recht an, dass eine Lösung von Magnesia- und Eisensilikat auf den Feldspath eingewirkt und aus diesem das Alkalisilikat in Lösung fortgeführt habe. Eine chemische Formel wird man dem Neolith nicht beilegen wollen.

Aehnlich ist der Neolith (c), welcher Blasenräume des verwitterten Leucitnephelinbasaltes der Stoffelskuppe bei Eisenach erfüllt, nach Scheerer[2]) zusammengesetzt.

Entstehung von Epidot aus und in Orthoklas fand Reiss in einem weissen „Feldspathporphyrit“ des Barranco de las Angustias, Palma, welcher Orthoklas und braunen Glimmer enthält.[3]) Blum fand in den Orthoklasen Partien von

[1]) Pogg. Ann. 71. 292. 1847. Nach Scheerer's gefälliger Mittheilung lässt sich im Neolith weder Schwefelsäure noch Phosphorsäure auffinden. — [2]) Pogg. Ann. 84. 375. 1851. — [3]) Die Diabas- und Lavenformation der Insel Palma. 1861. 18.

strahligem Epidot, gewöhnlich mit etwas Kalkkarbonat gemengt. Der Epidot verläuft in die Feldspathmasse, selten finden sich ganz in Epidot umgewandelte Orthoklase; diese Pseudomorphosen sind innen gewöhnlich drusig, in den Drusen ist der Epidot mit Kalkspath bedeckt. Die Umwandlung beginnt innen, die Grundmasse des Gesteins gibt im Kolben Wasser und brauset mit Säuren.[1]) Epidot aus Orthoklas entstanden fand Blum in Graniten von Vordorf, Fichtelgebirge; von Baveno; am Brocken; am Gebersberg im oberen Ilsethal; Schönau, Schwarzwald; Valye crucsi bei Paulis, Arader Comitat, Ungarn. In Vordorf hatte sich die überschüssige Kieselsäure als Quarz abgeschieden.[2]) Nach Gümbel liegt weder im Fichtelgebirge noch im ostbayerischen Grenzgebirge eine Umwandlung vor; „Zwar umgiebt Epidot die Orthoklastheile, dringt auf Klüften und Rissen vor, bleibt aber stets vom Orthoklas scharf geschieden und dringt auch in den Quarz ein.“ Das Ganggestein besteht aus Orthoklas und Epidot, bisweilen mit Oligoklas und eisenreichen oft verwitterten Granaten, selten mit Quarz.[3])

Umwandlungen des Orthoklases in Epidot (Epidotisirung) ist in älteren Gesteinen eine häufige Erscheinung, so in Graniten, Felsitporphyren, Syeniten, quarzfreien Orthoklasporphyren, Gneissen, obwohl nicht aller Epidot in diesen Gesteinen aus Orthoklas (und anderen Feldspäthen) hervorging. Eisen- und kalkhaltige Mineralien liefern die zur Umwandlung nöthigen Stoffe, namentlich Hornblende und Augit; der Kalk stammt nicht selten aus begleitenden Natronkalkfeldspäthen, das Eisen aus dem Glimmer, oder beide Stoffe stammen aus Nachbargesteinen. Lemberg beschreibt die Umwandlung des Felsitporphyrs der Insel Hochland in „Epidosit“, in ein Gestein, das 35 pCt. Epidot, Quarzkörnchen und Reste des umgewandelten Felsitporphyrs enthält.[4]) Dieselbe Umwandlung erfährt der dortige Granit.[5]) Ueberall wo Orthoklas in Epidot umgewandelt ist, gewöhnlich von aussen her, oft auch in den Sprüngen, sieht man den Orthoklas geröthet, d. h. nicht mehr in frischem Zustande.

Um aus Orthoklas ($K^2O + \ddot{Al} + 6\,SiO^2$) Epidot ($4\,CaO + 3\,\ddot{R} + 6\,SiO^2 + aq$) zu bilden, müssen Alkalien und Kieselsäure austreten, Eisenoxyde und Kalk aufgenommen werden. Wahrscheinlich tritt auch Thonerde aus.

Entstehung von Zeolithen aus Orthoklas und Umwandlung in Zeolithe ist nur sparsam beobachtet. Sicher wandelt sich, durch Austausch von Natron und Kalk gegen Kali, Orthoklas in Mesotyp um (s. umstehend). Analcim aus geröthetem Orthoklas hervorgegangen, findet sich im norwegischen Zinkonsyenit. Scheerer[6]) fand dort Feldspath von Analcim umgeben und durchdrungen. Ein Krystall, dessen Formen an Feldspath erinnert, besteht aus Analcim und enthält

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Na^2O	Wasser	
	55,31	22,88	0,14	0,27	0,35	12,96	8,18	= 100,09
O	29,50	10,68	0,04	0,11	0,10	3,34	7,27	

$$O = 3{,}55 \,.\, 10{,}72 \,.\, 29{,}50 \,.\, 7{,}27 = RO + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 2\,aq.$$

[1]) Pseudom. III. 118 und Jahrb. Miner. 1862. 420. — [2]) ib. 120—122 und Jahrb. Miner. 1862. 422. — [3]) Ostbayerisches Grenzgebirge. 334. — [4]) Arch. f. Naturkunde Livlands u. s. w. (1) 4. 189 und ff. 1867. — [5]) l. c. 215. — [6]) Pogg. Ann. 108. 428. 1859.

Tschermak fand den weissen Orthoklas eines Granites aus dem Dep. de l'Herault zum Theil gelblich gefärbt; diese weicheren Partien enthalten Wasser, schmelzen leicht zu weissem feinblasigem Glas, werden von Säure theilweise zersetzt und zeigen ausser den Bestandtheilen des Orthoklases etwas Kalkgehalt. Es hat sich also eine Zeolithsubstanz dem Orthoklas beigemengt.[1])

Nach Rosenbusch dringen auf Spalten der Sanidine der Phonolithe zeolithische Substanzen von aussen ein, und dann werden die Sanidine selbst von diesen Spalten und den Rändern der Krystalle her in zeolithische, meist faserige, selten blätterige oder körnige Aggregate umgewandelt, wobei nicht selten Tridymit als Nebenproduct entsteht und Kalkkarbonat als feine Häutchen in den zeolithisirten Sanidinen erscheint.[2])

Im Zirkonsyenit des südlichen Norwegens ist der Feldspath in Mesotyp umgeändert. Blum hält den umgeänderten Feldspath für Oligoklas,[3]) Dauber[4]) für Orthoklas; beide kommen im Gestein vor. Blum fand den Orthoklas, in welchem Mesotyp- (Spreustein-) Krystalle sich finden, besonders in deren Nähe, verändert, bräunlichgrau; Härte, Glanz und Durchscheinen nehmen etwas ab, Wassser ist aufgenommen. (Scheerer[5]) analysirte frischen Orthoklas, der im und um den Spreustein vorkommt. ($3\,Na^2O + 2\,K^2O$).

Carius untersuchte den röthlichen Mesotyp b, der als Kern einen weissen bis durchscheinenden Feldspath a (mit Winkeln von 86—87⁰ und 93—94⁰) enthielt. Der Feldspath löste sich in warmer concentrirter Salzsäure vollständig unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure.[6])

	a	O	b	O
$Si\,O^2$	60,26	32,14	46,08	24,58
$\dddot{A}l$	24,72	11,54	26,35	12,30
$\dddot{F}e$	0,22	0,66	1,61	0,49
Mg O	0,82	0,33	0,08	0,03
Ca O	2,55	0,73	0,99	0,28
Na^2O	8,54	2,20	11,75 *	3,03
K^2O	1,75	0,30		
			Wasser 13,10	11,64
	98,86		100,00	

Nach dem O von a = 3,56 : 12,20 : 32,14 = 0,88 : 3 : 7,90 (b 3,34 : 12,79 : 24,58 : 11,64) schliesst Carius auf Oligoklas, allein die Zersetzbarkeit durch Salzsäure zeigt nur, dass ein veränderter Feldspath vorliegt, von welchem ein Wassergehalt nicht angegeben ist.

Nach Herter verdrängt derber ziegelrother Mesotyp in Zirkonsyenit auf Lov-Oe, östlich von Brevig, den Orthoklas. Die in Mesotyp eingebettete Hornblende und das eingeschlossene Magneteisen erscheinen mehr oder weniger frisch[7]) (vergl. bei Nephelin und Cancrinit).

[1]) Wien. Akad. Ber. 47. 224. 1863. — [2]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 212. — [3]) Blum. Pseudom. III. 109. — [4]) Pogg. Ann. 106. 501. 1858. — [5]) ib. 108. 426. 1859. — [6]) Blum. l. c. In b O als Natron berechnet, Alkalien aus dem Verlust bestimmt — [7]) Zs. geol. Ges. 23. 268. 1871.

Dauber fand im Zirkonsyenit bei Brevig Orangit ($Th O^2 + Si O^2 + n aq$) pseudomorph nach Feldspath.[1])

Die von Blum[2]) als Pseudomorphosen von Flussspath nach Orthoklas aus dem Hallischen Felsitporphyr aufgeführten Krystalle sind nach Laspeyres[3]) Orthoklas, in dessen Poren sich Flussspath abgesetzt hat, oder die Krystalle sind so entstanden, dass Flussspath die Hohlräume füllte, welche bei der Kaolinisirung entstanden. Nach Blum sind die Feldspaththeilchen, welche sich in der die Orthoklasform zeigenden Flussspathmasse finden, weich und verändert.

Turmalin nach Orthoklas beschreibt Breithaupt von Rothe Grube am Milchschachen bei Johann-Georgenstadt und bei Neutannenbergthal, aus Graniten. Die Pseudomorphosen bestehen aus 80—90 pCt. Turmalin, der Rest ist verwitterter Feldspath. Innen liegt der Turmalin in nadelförmigen Krystallen nach allen Richtungen durcheinander, aber scharf mit den ehemaligen Feldspathflächen abschneidend; der Feldspath geht schon über in Kaolin.[4])

Blum fand in einem Quarzporphyr von Wherry mine, Cornwall, die kleinen Feldspäthe mehr oder minder in ein Aggregat von schwarzen Nadeln und Körnchen von Turmalin umgewandelt, denen meist noch Quarzkörnchen oder Orthoklas beigemengt ist. In einem aus Turmalin und Quarz bestehenden Gestein von Trevelyan bei St. Yves, Cornwall, sind die vorhanden gewesenen, bis über einen Zoll langen Orthoklase, in ein Gemenge von Quarz und Turmalin umgewandelt, welches Drusenräume enthält. Orthoklas ist nur an einzelnen Stellen zu bemerken, in den Drusenräumen haben sich kleine Kryställchen von Orthoklas neu gebildet.[5])

Am Rock hill unfern St. Austell fand Collins in den Adern des Granites den Orthoklas durch Turmalin ersetzt.[6]) (s. Zinnerz nach Feldspath).

Zinnerz nach Feldspath fand zuerst Davey (1832) in der Grube Huel-Coates bei St. Agnes-Beacon, Cornwall. Die umgewandelten Feldspathe enthalten nach Blum mehr oder minder Quarz, gesprungene Krystalle sind durch Zinnerz zusammengekittet. Andere Krystalle ebendaher und von St. Just bestehen aus einem höchst feinkörnigen Gemenge von weissem Glimmer, Quarz und etwas Zinnstein, noch andere bestehen an dem einen Ende ganz aus Zinnerz, an dem anderen aus mehr oder weniger verändertem Feldspath. Die Bildung der Pseudomorphosen fand nicht durch Ausfüllung, sondern durch Verdrängung statt.[7])

Tschermak fand die Pseudomorphosen zum grössten Theil aus dunkelbraunem Zinnerz bestehend, in welchem Körnchen und scharf begrenzte Krystalle von Quarz zerstreut sind. Aus einer Säulenfläche tritt zur Hälfte ein grösseres Quarzdodekaeder hervor, scharf gegen das Zinnerz abgegrenzt, an der Oberfläche wie zernagt aussehend. Die Quarzkrystalle sind also älter als das Zinnerz.[8]) E. Geinitz nahm den Einfluss der früher vorhandenen Zonen des Orthoklases

[1]) Pogg. Ann. 92. 250. 1854 = Blum. Pseudom. III. 285. — [2]) Jahrb. Miner. 1865. 267. — [3]) Zs. geol. Ges. 16. 449. 1864. — [4]) Blum. Pseudom. II. 136. — [5]) ib. III. 134. — [6]) Jahrb. Miner. 1877. 836. — [7]) Blum. Pseudom. 274. III. 236. — [8]) Wiener Akad. Ber. 49. 334. 1864.

wahr. Er fand die Pseudomorphose aus regellos gelagerten Körnern von Zinnstein und wasserhellem Quarz bestehend. Von der Begrenzung ragen an einigen Stellen ziemlich grosse Quarzkrystalle in das Innere.[1])

Pearce fand in den Pseudomorphosen von Balleswidden bei St. Just 45 pCt. $Sn O^2$, 44 pCt. $Si O^2$, 11 pCt. $\ddot{Al}$,[2]) Kjerulf von St. Agnes 47,82 pCt. $Sn O^2$, 25,49 pCt. $Si O^2$, 6,65 $\ddot{Al}$, 9,82 $\dddot{Fe}$, im Rest $\ddot{Mn}$, Mg O, $K^2 O$, $Na^2 O$, Glühverlust.[3]) A. Phillips fand in den Pseudomorphosen von Huel-Coates nach einem Dünnschliff hauptsächlich silberweisse, glimmerähnliche Blättchen, zum Theil mit Eisenoxydtüpfeln, dazwischen Krystalle und rundliche Partikeln von Quarz, ausserdem, reichlicher im Glimmer als im Quarz, sparsam Körner und unvollkommene Krystalle von Zinnstein. Quarz, Zinnstein und Glimmer müssen nach ihrem Verband gleichzeitiger Bildung sein. Wahrscheinlich schritt die Umwandlung von aussen nach innen vor. Ein anderer Krystall war reicher an Zinnstein, ein dritter bestand wesentlich daraus und enthielt noch blauen Turmalin, etwas Quarz und Glimmer.

Zinnsteinarme Krystalle (sp. G. 2,56) ergaben I und II, zinnsteinreiche (sp. G. 5,22) III. und IV. Eisen fand sich als Oxyd, Mangan vielleicht als Oxyd.[4])

	I	II	III	IV.
$Sn O^2$	Spur	Spur	70,74	70,52
$Si O^2$	49,99	49,85	14,68	14,76
$\ddot{Al}$	34,69	34,85	9,09	9,21
$\dddot{Fe}$	5,50	5,38	2,68	2,60
Mn O	1,60	1,45	0,97	0,86
Mg O	0,63	0,76	0,23	0,20
Ca O	1,36	1,49	0,22	0,25
$Na^2 O$	0,38	0,41	Spur	Spur
$K^2 O$	1,84	1,81	0,79	0,73
Wasser				
gebundenes	0,70	0,76	0,25	0,25
hygroskop.	2,83	2,92	0,47	0,47
	99,61	99,68	100,12	99,85

Die Analysen I und II, welche wesentlich das glimmerähnliche Mineral enthalten, lassen sich wegen des vorhandenen Quarzes nicht berechnen. Mit Glimmer verglichen enthält das Mineral zu wenig Basen.

In den Adern des Granites des Rock Hill, unfern S. Austell fand Collins den Orthoklas durch Zinnerz oder durch Zinnerz, Turmalin und Quarz ersetzt. Er nimmt an, dass nach Entfernung der Feldspathkrystalle aus einigen der grösseren Adern die entstandenen Hohlräume theilweise durch Zinnerz und Turmalin erfüllt wurden, dass Quarz dann die Hohlräume vollständig erfüllte, daher dieser auch Turmalin umschliesst.[5]) Schon Breithaupt[6]) hatte für die

[1]) Jahrb. Miner. 1876. 484. — [2]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 769. — [3]) Bischof. Chem. Geol. II. 815. Daubrée fand Zinnstein nach Feldspath auch in Carclaze, Cornwall (Compt. rend. 20. 1329. 1845). — [4]) Journal of the chemical Soc. (2) 13. 684. 1875. — [5]) Jahrb. Miner. 1877. 836. — [6]) Paragenesis. 121.

Pseudomorphosen von Botallack angenommen, dass Zinnerz in die von Kaolin hinterlassenen Hohlräume sich abgelagert hatte. Man findet Stücke, die nur Thon sind, und andere, welche mehr oder weniger Zinnerz enthalten, zuletzt sind die Räume ganz von reinem Zinnerz erfüllt.

Sind in den Orthoklas Albitlamellen eingeschaltet (perthitartige Verwachsung), so zeigt der Orthoklas anfangs durch Auslaugung der Albitlamellen feine Streifung, endlich bilden sich tief einschneidende Furchen, und der Orthoklas zeigt ein zerfressenes Ansehen. So nach vom Rath[1]) in S. Piero, Elba; in Quarzfeldspath-, granitischen und Pegmatit-Gängen der sächsischen Granulite nach Herm. Credner.[2])

Der ausgelaugte Albit setzt sich auf den theilweise zerstörten oder auf frischen Orthoklasen oder auf Quarz ab. Die oberflächliche Furchung der Orthoklase leitet weitere Veränderung desselben ein (oft in Kaliglimmer und Quarz, S. 300), so dass sich die Furchen bald verbreitern. Die Albitneubildung beschränkt sich nicht blos auf die Oberfläche, sondern zieht sich auch auf Rissen in das Innere hinein, so dass dort Hohlräume theilweise erfüllt werden durch ein Haufwerk von Albiten, Eisenoxydhydrat und Kaliglimmer,[3]) oder nur durch Albit.[4])

In dem massigen Gestein aus krystallinischen Schiefern von Mairus, französische Ardennen, fanden Ch. de la Vallée, Poussin und A. Renard,[5]) dass an die Stelle der Plagioklaslamellen feine Quarzadern, mehr oder weniger mit Muscovitschüppchen gemengt, getreten waren.

Schon 1850 hatte G. Rose[6]) die auf den in Glimmer umgewandelten Orthoklasen vorkommenden Albite der Lomnitzer Gegend als aus dem Orthoklas stammend betrachtet. Liebisch fand in die Orthoklase Plagioklase eingeschaltet.[7])

Albit auf Orthoklas, der unter dem Albit zerfressen erscheint, ist sonst häufiger beobachtet: nach Volger in Baveno; in den Fuchsbergen bei Striegau.

Nach Zirkel rühren die furchenartigen Vertiefungen der Orthoklase nicht immer von eingeschalteten Albitlamellen her, sondern von Lagen mit reihenförmig gruppirten Poren, welche eher verwittern als die compakten Lagen[8].)

Vom St. Gotthard beschreibt vom Rath eigenthümlich zerstörte Adulare. Die Flächen P und x sind mit schmalen tiefen Gruben versehen, welche ungefähr in der Richtung der Querfläche liegen. Oft ist nur noch ein skeletartiger Rest vorhanden. In den durch die Verwitterung entstandenen Hohlräumen finden sich Eisenglanze und mit den zerstörten Adularen auch Stilbite.[9]) Auf theilweise zerfressenem Adular kommt am St. Gotthard Desmin vor.[10]) Gehören diese Erscheinungen zu den von Zirkel beobachteten?

Wiser beschrieb von der Südseite des St. Gotthards stammende, mehr oder weniger hohle Adularkrystalle. Eine dünne, durchscheinende, schmutzig

[1]) Zs. geol. Ges. 22. 657. 1870. — [2]) ib. 27. 117. 126. 146. 158 und ff. 1875. — [3]) ib. 164. — [4]) Streng (Jahrb. Miner. 1871. 720) fand Sprünge in Orthoklasen in Schriftgranitgängen von Harzburg durch Albit verkittet. „Der Albit ist wohl eine nachträgliche Bildung.“ cf. l. c. 715. — [5]) Zs. geol. Ges. 28. 756. 1876. — [6]) Pogg. Ann. 80. 124. 1850. — [7]) Mündliche Mittheilung. — [8]) Jahrb. Miner. 1872. 15. — [9]) Zs. geol. Ges. 14. 413. 1862. — [10]) ib. 443.

gelblichweisse Rinde berührt nicht allenthalben den graulichweissen durchsichtigen Kern, der gewöhnlich ein zerfressenes Ansehen hat. Das Verhalten vor dem Löthrohr ist für Kern und Rinde gleich.[1] Zuweilen fand Wiser die Adularkrystalle beinahe ganz hohl, zuweilen Epidot und Glimmer innig mit der Rinde der Adulare verwachsen.[2] An anderen Stufen ebendaher fand Volger die dünnen offenen Gehäuse aus Tetartin bestehend, von Adular keine Spur mehr.[3] Aehnliches zeigte Adular auf Glimmerschiefer von Peccia im Maggiathal, Tessin. Die meisten Krystalle sind ganz, alle theilweise in Tetartin umgewandelt. Einige zeigen im Innern nach den Spaltungsrichtungen ein Fachwerk von lamellenartigen Tetartinaggregaten, in dessen Maschen halbklare Adularkörner liegen.[4]

Umänderungen des Anorthites.

Durch Aufnahme von Wasser (und Fluor) — Tankit — wird der Bruch der blättrigen Massen wachsartig und mikrokrystallinisch; bei weiterer Veränderung, wie sie bei Amphodelith durch Zufuhr von Magnesia, bei Latrobit von Kali und Mangan bewirkt wird, kommt ausser krystallinischer Bildung auch amorphe vor. Während der relativ wenig veränderte Lepolith starkblättrigen Bruch zeigt, hat der mehr veränderte Lindsayit splittrigen oder ungleichen Bruch ohne Blätterdurchgänge. Der stark veränderte, leicht spaltbare Polyargit und Pyrrholith wirken nur schwach auf polarisirtes Licht.

Aufnahme von Wasser, theilweiser, endlich vollständiger Ersatz des Kalkes durch Kali, Natron, Magnesia, Einführung von Eisenoxyd bezeichnen die Reihe der Umwandlungen, welche vom Anorthit bekannt sind. Das Verhältniss von Thonerde zu Kieselsäure erscheint, mit Ausnahme des Lindsayites, wenig verändert.

Der graue Tankit von Arendal (aus körnigem Magneteisen) zeigt nach Des Cloizeaux bei sp. G. $2{,}_{877}$ (G. Rose), $2{,}_{897}$ (Pisani), in dünnen Blättchen nur unvollkommene Durchsichtigkeit und schwache unregelmässige Polarisation. Er enthält nach Pisani

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Na^2O (Li^2O)	K^2O	Wasser u. Fluor	
$42{,}_{49}$	$34{,}_{70}$	$0{,}_{74}$	$0{,}_{30}$	$15{,}_{82}$	$1{,}_{60}$	$0{,}_{63}$	$4{,}_{80}$	$= 101{,}_{08}$

$$O = 5{,}_{16} : 16{,}_{42} : 22{,}_{66} = 0{,}_{943} . 3 . 4{,}_{141}.$$

Der Tankit ist ein fluor- und wasserhaltiger veränderter Anorthit.[5]

Zu den veränderten Anorthiten wird der hellrothe Labrobit (Diploit) von der Insel Amitok, Labrador, gestellt, in dem der Kalk durch Kali, Mangan und etwas Magnesia ersetzt ist. Er wird von Feldspath, Glimmer und Kalk begleitet.

Im Lepolith von Lojo a und von Orijärwfi, Finnland, b, fand Hermann.[6]

[1]) Jahrb. Miner. 1844. 156. — [2]) Volger. Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. 1854. 193. — [3]) ib. 200. 203. — [4]) ib. 206. — [5]) Nouvelles recherches sur les propr. opt. des cristaux. 1867. 195 und Minér. XXVII. — [6]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1849. 749.

	a	b	c	d
sp. G.		2,75—2,77	2,796	2,83
$Si O^2$	42,80	42,50	47,50	42,22
$\dddot{A}l$	35,12	33,11	35,29	27,55
$\dddot{F}e$	1,50	4,00	—	6,98
Fe O	—	—	7,03	2,00
Mg O	2,27	5,87	3,56	8,85
Ca O	14,94	10,87	—	—
$Na^2 O$	1,50	1,69	—	2,53
$K^2 O$	—	—	—	3,00
Glühverl.	1,56	1,50	Wasser 6,62	7,00
	99,69	99,54	100,00	100,13

Lindsayit von Orijärwfi ist nach v. Kokscharow[1]) nur ein weiter veränderter Lepolith. Komonen[2]) fand die Zusammensetzung c, Hermann[2]) d.

O von a = 1,04 . 3 . 4,06
b = 1,06 . 3 . 4,08
c = 0,54 . 3 . 4,85
d = 1,03 . 3 . 4,52.

Die Einführung von Eisen, Magnesia, Alkali, die Verminderung und endliche vollständige Fortführung des Kalkes treten deutlich hervor. Das Eisen stammt aus den begleitenden Eisen-, Magnet- und Kupferkiesen.

Den rothen Polyargit von der Kärrgrufva, Tunaberg, rechnet Des Cloizeaux mit dem Pyrrholit zu den verwitterten Anorthiten,[3]) Blum den Polyargit zu den umgeänderten Cordieriten.[4]) Svanberg[5]) fand im Polyargit a, A. Erdmann[6]) b.

	a	b	c	d
sp. G.		2,768		2,763
$Si O^2$	44,13	45,12	44,55	45,80
$\dddot{A}l$	35,11	35,64	35,91	35,15
$\dddot{F}e$	0,96	0,14	0,07	—
$\dddot{M}n$	Spur	0,30	Spur	—
Fe O	—	—	—	1,70
Mg O	1,43	0,26	4,08	5,05
Ca O	5,55	5,88	15,02	10,15
$Na^2 O$	—	0,67	—	—
$K^2 O$	6,73	6,93	—	—
Wasser	5,29	4,92	Glühv. 0,60	1,85
	99,20	99,86	100,23	100,00

O von a = 0,59 . 3 . 4,24 . 0,85.
c = 1,06 : 3 : 4,25.

[1]) Will. Jahresber. Chem. f. 1864. 841. — [2]) Rammelsberg. Handb. d. Mineralchem. 1875. 559. — [3]) Ann. chim. phys. (5) 9. 497. 1876. — [4]) Pseudom. III. 99. — [5]) Berzelius. Jahresber. f. 1840. 173 = A. Erdmann. Versuch einer Beschreibung des Kirchspiels Tunaberg. Stuttgart. 1851. 17. — [6]) Rammelsberg. Supplement 5. zum Handwörterbuch d. chem. Th. d. Mineralogie. 1853. 193. A. Erdmann. l. c. 58.

Weniger umgeändert ist der hellrothe oder rothviolette Amphodelith. Svanberg[1]) fand in dem Vorkommen von Tunaberg c, Nordenskiöld[2]) in dem von Lojo, Finnland, d. Während im Polyargit und dem physikalisch und chemisch ähnlichen Rosellan von Aker und Baldurstad, Södermannland, Alkali und Wasser eintreten, ist im Amphodelith Magnesia eingeführt.

Auch der Sundvikit, von Nordsundvik, Kimito, Finnland, ist ein veränderter, wasserhaltiger Anorthit, ausgezeichnet durch reichen Gehalt an Natron neben etwas Eisen, Mangan und Magnesia.

Nach den Untersuchungen von M. Bauer ist der Barsowit ein Gemenge.

Umänderungen der Kalknatronfeldspäthe.

Ausser der Verwitterung zu Kaolin und der Umänderung in Pinit und pinitoidähnliche Körper findet sich unter Erhöhung des sp. G. die Umänderung in Saussurit, ferner die in Epidot und in Zeolithe. Die Einwirkungen magnesiahaltiger Lösungen auf Oligoklas und die Umänderungen des Andesines und Labradores sind besonders angeführt.

Die Plagioklase der Granitporphyre von Erdmannsdorf und vom Landshuter Kamm fand Liebisch in grünlichen Glimmer umgeändert, daneben wurde Quarz ausgeschieden.[3]) Als Nebenprodukt jeder Umänderung der Plagioklase bildet sich Kalkkarbonat, das oft wieder in Lösung fortgeführt ist.

Umwandlungen der Plagioklase in Kaolin fand Dölter häufig in Daciten Ungarns und Siebenbürgens, hier und da Umwandlung in pinitoidähnliche grüne Mineralien.[4]) Die Plagioklase der Diabasporphyrite von Urbeis, St. Amariner-Thal, Vogesen, fand Rosenbusch in pinitoidische Massen umgewandelt und als Endresultat der Umwandlung Gemenge von Quarz und Brauneisen oder Aggregate von Quarz und Calcit.[5])

Hlasiwetz fand in einem veränderten, weisslichen, nicht homogenen Plagioklas aus Syenit von Monzoni:[6])

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Wasser		
	$52{,}21$	$37{,}58$	$1{,}12$	$0{,}52$	$1{,}53$	$7{,}12$	=	$100{,}08$
O	$27{,}85$	$17{,}55$	$0{,}34$	$0{,}21$	$0{,}44$	$6{,}33$	=	$0{,}10 \cdot 3 \cdot 4{,}61 \cdot 1{,}06$

Darnach ist alles Alkali fortgeführt.

Die Plagioklase der Gabbro,[7]) Labradorporphyre, und mancher als Gabbro bezeichneter Gesteine der krystallinischen Schiefer („Zobtenfels", Roth) und anderer Gesteine[8]) werden durch Umbildung von zahlreichen Spalten aus trübe, es entsteht ein Aggregat von farblosen Nadeln und Körnern, das Mineral erscheint undurchsichtig weiss, die Zwillingsstreifung geht verloren. Die opake

[1]) A. Erdmann. l. c. 57. — [2]) Berzelius. Jahresber. f. 1831. 174. $1{,}85$ pCt. Feuchtigkeit und Verlust. — [3]) Zs. geol. Ges. 29. 725. 1877. — [4]) Tschermak. Min. Mitth. 1873. 59. — [5]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 381. — [6]) Kenngott. Resultate mineralog. Forschungen f. 18·8. 147. — [7]) G. Rose. Zs. geol. Ges. 19. 289. 1867. — [8]) Hagge. Mikrosk. Untersuchung des Gabbro. Kiel. 1871. Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 356 und Mikr. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 461 u. a. O.

weisse Masse ist von breiteren Spalten durchzogen, die sich mit einer grünen Substanz, wahrscheinlich Strahlstein oder Smaragdit, zum Theil Serpentin, füllen. In andern Fällen entsteht ein Aggregat von farblosen oder blassgrünen Nädelchen und Körnern, denen spärlich Hornblende und fremde schwärzliche und gelblichgrüne Körner beigemengt sind, vielleicht auch Serpentin, hier und da Quarz. Solche Aggregate hat man Saussurit genannt.[1])

Sicher aus Labrador hervorgegangen, mit Spaltbarkeit und Zwillingsbildung des Labradors, ist der porzellanweisse, wenig durchscheinende Saussurit der Schlegeler Berge bei Neurode (sp. G. 2,991—2,958), wo er mit Uralit den Gabbro zusammensetzt. Es fand darin vom Rath[2]) a. Damit stimmt chemisch der Saussurit des uralitführenden Zobtengesteins nach Chandler[3]) b. überein. (sp. G. 2,79; Sadebeck 2,906).

	a	b	c	d	e
$Si O^2$	50,84	51,76	49,73	47,3	53,20
$\dddot{Al}$	26,00	26,82	29,65	22,2	27,31
$\dddot{Fe}$	2,73	1,77	—	9,8	1,03
Fe O	—	—	0,85	—	—
Mg O	0,22	0,35	0,56	0,7	*1,01
Ca O	14,95	12,96	11,18	8,6	8,02
$Na^2 O$	4,68	4,61	4,04	4,6	3,52
$K^2 O$	0,61	0,62	0,24	3,3	3,40
Wasser	1,21	0,68	3,75 [4])	2,7	2,51
	101,24	99,57	100,00	99,2	100,00

Grünlichweisser, zäher, undeutlich spaltbarer Labrador (c) aus dem Gabbro des Mont Genèvre, Hautes-Alpes, zeigt nach dem Glühen in den Spalten Talkblättchen und serpentinähnliche Substanz und enthält Karbonat, nach Delesse[4]) von Eisenoxydul. Dasselbe gilt nach Delesse vom Labrador aus Gabbro von Odern, Vogesen.

In Porfido verde antico aus Val Camonica bei Bergamo sind die Plagioklase in eine blassgelbgrüne, fettglänzende, dichte, splittrig brechende Masse (Chlorolithin) umgeändert (sp. G. 2,89), in welcher Tschermak[5]) d fand. Kein Eisenoxydul vorhanden. Aehnliche Umwandlungen fanden sich im Porfido verde antico aus Aegypten (?) und im Diabasporphyr von Rübeland.[6])

In veränderten, hellgrünen, dichten, aber schmelzbaren Labradoren (sp. G. 2,8835) aus Porfido verde antico aus Morea fand Delesse[7]) die Zusammensetzung e. Nach der Färbung ist das Eisen zum Theil als Oxydul vorhanden.

O von a.	5,67 .	13,23 .	27,11	=	1,29 .	3 .	6,15.
b.	5,13 .	13,05 .	27,81	=	1,18 .	3 .	6,39.
c.	4,68 .	13,84 .	26,52	=	1,01 .	3 .	5,75.
d.	4,49 .	13,31 .	25,23	=	1,01 ,	3 .	5,69.
e.	4,18 .	13,06 .	28,37	=	0,96 .	3 .	6,52.

[1]) Tschermak. Wien. Akad. Ber. 46. 486. 1862 = Blum. Pseudom. III. 286. — [2]) Pogg. Ann. 95. 556. 1855. — [3]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 858. — [4]) Bull. géol. (2) 6. 549. 1849; 3,75 pCt. = Wasser und Kohlensäure. — [5]) Wien. Akad. Ber. 49. 346. 1864. — [6]) ib. 46. 483. 1862. — [7]) Ann. min. (4) 12. 256. 1847.

Nach der Analyse ist e ein nur wenig veränderter Labrador, bei dem das sp. G. erhöht ist, in den übrigen tritt neben derselben Erhöhung eine stärkere Umänderung auf.

Am glatten Stein bei Todtmoos, Schwarzwald, fand in der Nähe von Serpentin H. Fischer[1]) sehr grobkörnige, zum Theil porphyrartige Gesteine, welche nur aus Plagioklas (Saussurit) und Glimmer bestehen. Von den röthlichweissen Partien liess sich die Zwillingsstreifung in die grünen verfolgen. Der Saussurit kommt lauchgrün, rothgescheckt, stellenweise blutroth mit grünen Flecken vor. Er enthält Chrysotilschnürchen, aber kein Chromeisen und keine Faserkalkschnüre. Der grünliche, vor dem Löthrohr nur noch an den Kanten zu weissem Email zusammensinternde Saussurit enthält nach Hütlin und von Pfaffius f.

	f	g	h	i	k
sp. G.	3,16		3,227	3,025	3,19
SiO^2	42,64	45,02	45,34	48,25	42,91
$\dddot{Al}$	31,00	29,31	30,28	22,60	31,98
$\dddot{Fe}$	—	—	—	7,47	0,19
FeO	2,40	0,21	1,37	1,08	—
MgO	5,73	12,60	3,88	1,80	0,81
CaO	8,21	—	13,87	12,70	20,94
Na^2O	} 3,50	—	4,23	—	2,31
K^2O	}	4,43	—	6,22	0,18
Wasser	3,83	7,08	0,71	0,55	—
	97,31	98,60	99,68	100,62	99,82

Mit f kommt Breithaupt's Pyknotrop aus Waldheimer Granulit in Bezug auf Ansehen und Zusammenvorkommen mit Glimmer nach Fischer[2]) überein. Die Analyse g rührt von Fikentscher her.[2])

In dem graulich- bis blaulichweissen, mikrokrystallinisch körnigen Saussurit, welcher als vorwiegender Gemengtheil mit Smaragdit den als Geschiebe am Genfer See vorkommenden, aus krystallinischen Schiefern stammenden, sogenannten Euphotid zusammensetzt, fand Fikentscher[3]) h. In einem Saussurit, der dem in Gneiss vorkommenden Nephrit des Kuenluengebirges eingelagert ist, fand v. Fellenberg[4]) i; in dichtem weissem Saussurit, der mit hellgrünem Diallag den Saussurit-Gabbro des Midtsaeter Fjelds, S SO von Bergen, bildet (zu den krystallinischen Schiefern gehörig), fanden Hiortdahl und Irgens[5]) k.

So hohes specifisches Gewicht, wie es die Saussurite zeigen, kommt bei unveränderten Feldspäthen nicht vor.

[1]) Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B. 2. 146. 1859. — [2]) Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. 245. cf. Fallou. Karsten und v. Dechen. Archiv. 16. 458. 1842 und Fischer. l. c. 248. — [3]) Jahrb. Miner. 1864. 83. Vgl. Analysen von T. Sterry Hunt bei Rammelsberg. — [4]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1873. 1169. — [5]) Geol. undersögelser i Bergens Omegn. Christiania. 1862. 23.

O von f 6,10 . 14,48 . 22,74 = 1,25 . 3 . 4,71 (O von Alkali als Na^2O berechnet).
g 5,94 . 13,68 . 24,01 = 1,30 . 3 . 5,27.
h 6,90 . 14,14 . 24,18 = 1,46 . 3 . 5,13.
i 5,64 . 12,79 . 25,73 = 1,32 . 3 . 6,04.
k 6,98 . 14,99 . 22,89 = 1,37 . 3 . 4,58.

Die Art dieser Umänderung der Plagioklase ist in den einzelnen Fällen sehr verschieden, wenn man auch ursprüngliche Verschiedenheit voraussetzt. Wie schon Rammelsberg bemerkt, O von RO : $\bar{R}O^3$ ist nie, wie in den Feldspäthen, 1 : 3, sondern mit Ausschluss von e überall für R O höher als 1; eine Erscheinung, die auch bei manchen anderen Umänderungen der Feldspäthe sich findet.

Umwandlung der Plagioklase in eine verworrenfaserige pseudophitische Substanz fand Rosenbusch in den Daciten von Kapnik, im Amphibolandesit vom Stenzelberg;[1]) in den Augitandesiten Ungarns, besonders von Nagy Banya, und den Porphyriten der Südalpen Umwandlung in ein schuppig faseriges Aggregat vom Habitus des Pseudophites und Pennins; doch hindert die braune Farbe die Identificirung mit dieser Substanz.[2]) In den Diabasen (Leukophyren, Gümbel) zerfallen die Plagioklase durch regellos verlaufende Umbildung in unregelmässig polygonal begrenzte Felder; auf den schmalen Trümern scheiden sich höchst feinfaserige, hellgrüne, doppelt brechende Gebilde, wahrscheinlich Pseudophit, ab, während sich die zwischenliegenden Felder des Feldspaths zu einem meist strahligen Aggregat wahrscheinlich zeolithischer Substanzen umsetzen.[3])

In den Glimmerdioriten fand er die Plagioklase häufig in ein wenig durchscheinendes, körnigschuppiges oder faseriges, weisses bis isabellfarbenes Aggregat umgewandelt. Oft schreitet die Umwandlung vom Centrum nach aussen vor, wahrscheinlich bedingt durch vorwiegend centrale Anhäufung staubartiger Interpositionen und leerer Poren.[4])

Oligoklas in Epidot umgewandelt fand Blum im „Grünsteintrachyt" von Gyalu mare, Ungarn, und in einem ähnlichen Gestein vom Chiriqui, Panama. Meist beginnt die Umänderung im Innern der Kryställchen und geht fort, bis diese ganz aus Epidot bestehen. Die Zuführung von Kalk ergiebt sich aus dem Brausen mit Säure. Die Oligoklase des Felsitporphyrs am Pont de Bar, Brüchethal, Vogesen, welche in Orthoklaskrystallen liegen, fand Blum in Epidot umgewandelt, ebenso in dem Oligoklas-Porphyrit von Seewen, am Fuss des Ballon de Giromagny, auch die in Dioriten von Paulis, Arader Comitat, Ungarn, die aus Dioritschiefern am Bernina gegen Posciavo zu, von Sins, Ardetz, Tinzen, Suesser Thal im Engadin und Bünden, im Syenit des Birkenauer Thales bei Weinheim, Bergstrasse, und Oligoklase von Arendal.[5])

A. Knop fand den Oligoklas (s. S. 323) des Chloritschiefers von Harthau, S. von Chemnitz, zum Theil vollständig, in Epidot umgewandelt. Die theilweise Umwandlung beginnt im Innern der Krystalle.[6])

[1]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 297. — [2]) ib. 409. — [3]) ib. 326 und 347. cf. 258. — [4]) ib. 248. cf. 393 über Plagioklase der Melaphyre. — [5]) Pseudom. III. 122 = Jahrb. Miner. 1862. 423. — [6]) Jahrb. Miner. 1863. 808.

Nach Rosenbusch sind die Plagioklase der Diabase, Diabasporphyrite (dichten Diabase) von Urbeis im St. Amariner Thal und die der Diorite von Val d'Ajol und St. Blaise-la-Roche, Vogesen, und von Kelbra, in Epidot umgewandelt;[1]) nach Blum[2]) ebenso in dem Diabasporphyr des Barranco de las Angustias und in Dioriten vom Barranco de Taburiente, Palma, nach Cohen[3]), im Uralitporphyr von Ryneberg, Norwegen, in den Diabasen am Harz, in Nassau und den Augitporphyren bei Hof nach Blum (s. l. c.), in den Augitporphyren Südtyrols nach Tschermak,[4]) in den Daciten von Marmato bei Popayan nach Abich und Ch. Sainte-Claire Deville, wie ich an den Stücken des Berliner mineralogischen Museums beobachten konnte; nach Lemberg die Oligoklase der Diorite an der Westküste der Insel Hochland;[5]) nach Dölter in den Daciten von Siebenbürgen und Ungarn, besonders in Meregyo.[6])

Den Andesin (nach Analyse von Dölter) des Dacites von Kisbánya fanden Tschermak[7]) und Dölter[8]) in Epidot umgewandelt; nach Tschermak schreitet die Umwandlung von innen nach aussen fort, nach Dölter ist die Umwandlung eine äusserliche. Die Plagioklase (Andesine) der Diorite (Labradorphyre, Lemberg) in Hochland sind in Epidot umgeändert.[9])

In dem Gabbro der Rothsohlalpe bei Mariazell und in den Trachyten von Rezbanya und der Hargitta, Siebenbürgen, fand Tschermak (l. c.) Plagioklas in Epidot umgewandelt, Pumpelly in den Gesteinen des Lake superior. Stukenberg in den Andesiten der Krim.[10])

Zirkel ist geneigt, die Umwandlung in Epidot auf Einschlüsse von Hornblende zurückzuführen,[11]) was kaum für alle Fälle gelten wird. Zufuhr von Kalk und Eisen, Fortführung der Alkalien, Aenderung des Verhältnisses von Thonerde zu Kieselsäure treten hier, wie bei Umänderung der Orthoklase in Epidot, hervor.

Oligoklas des Ophites von Biarritz fand Michel-Lévy zum Theil in Kalkspath umgewandelt.[12])

So sicher es feststeht, dass die Plagioklase einen Theil des Materials für Bildung der Zeolithe liefern, so sind doch Umwandlungen in Zeolithe nicht häufig beobachtet (s. auch Oligoklas).

Fischer fand den Plagioklas des Diorites von Freiburg i. Br. unmittelbar in Prehnit verlaufend. Der zur Umwandlung nöthige Kalk ist als Kalkspath neben dem Plagioklas vorhanden.[13]) Höfer sah den Andesin des Melaphyrporphyrs von Steffanekowa, Niedre Tatra, S. von Lučivna, in Heulandit umgewandelt.[14]) Nach Pumpelly gehen aus dem Plagioklas (Labrador) der Grün-

[1]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gesteine. 1877. 325. 381. 258. — [2]) Pseudom. III. 127 (cf. Reiss Palma. 18) und Jahrb. Miner. 1862. 426. — [3]) Jahrb. Miner. 1876. 751. — [4]) Porphyrgest. Oesterreichs. 1869. 143. — [5]) Archiv f. Naturkunde Livlands etc. (1) 4. 368. 1868. — [6]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 59. — [7]) Wiener Akad. Ber. 53. 525. 1866. — [8]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 62 und 86. — [9]) Arch. f. Naturk. Livlands etc. I. Ser. 8. 272. 1876. — [10]) Citat bei Lagorio. Archiv f. Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. I. Ser. 8. 202. 1876. — [11]) Ber. d. sächsischen Ges. der Wissenschaften. 1877. — [12]) Bull. géol. (3) 6. 167. 1878. — [13]) Jahrb. Miner. 1862. 436 und ff. — [14]) ib. 1871. 145.

steine am Lake superior Prehnitpseudomorphosen hervor, die sich in Chloritpseudomorphosen umsetzen.[1] Aehnlich entstehen Analcim- und daraus Chloritpseudomorphosen.[2] Rosenbusch fand die sparsamen Plagioklasleisten der älteren „Pikrite“ von Schwarzenstein bei Trogen, Fichtelgebirge, selten zu radialstrahligen Zeolithkugeln umgewandelt.[3]

Complicirte Verwitterung des Oligoklases.

Ausser der Verwitterung zu Kaolin erfährt der Oligoklas eine Reihe von Umwandlungen. Namentlich sind sie aus den Graniten untersucht, wo die Auslaugungsprodukte des Orthoklases und des Magnesiaeisenglimmers auf den Oligoklas einwirken, und aus Serpentin, wo die Magnesiazufuhr noch stärker hervortritt. Nicht selten röthet sich der Oligoklas, wenn auch nicht gleichmässig, durch den ganzen Krystall, wird matt, undurchsichtig, weich, undeutlicher spaltbar, die Zwillingsstreifung ist nicht mehr zu erkennen; oder es entstehen dem Pinitoid ähnliche Verbindungen; ferner gelbe, grüne, braunrothe, an Eisen und Magnesia reiche Massen.

Umwandlungen in Epidot, Mesotyp (s. bei Orthoklas), vielleicht auch in Polyargit (s. Cordierit) sind beobachtet.

Umänderung in Pinitoid fand Sandberger im Granit von Wittichen,[4] in eine pitinoidähnliche Substanz im Granit von Sasbachwalden.[5] Hier enthält das dichte feinsplittrige Mineral (H = 2,5) nach Seidel's Analyse (l. c.)

SiO^2	$\ddot{Al} + \ddot{Fe}$	MgO	Na^2O	K^2O	Wasser	
50,43	28,89	3,48	3,68	5,12	5,84	= 97,44.

Natron, Kalk und Kieselsäure sind abgegeben, Magnesia, Kali, Wasser aufgenommen.

Das lichtgraugrüne, kryptokrystallinische, gleichmässig dichte Umwandlungsprodukt (H = 2,5; sp. G. 2,7) eines Oligoklases aus Gneiss des Freiersbachthales bei Petersthal enthält nach Killing

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
48,60	32,82	2,76	2,37	0,84	1,32	4,08	8,83	= 101,62.

Es zerfällt in Wasser langsam und steht auch dadurch, wie durch die chemische Zusammensetzung[6], dem Hygrophilit[7] nahe.

Nach Abzug von Schwefelkies, Chlorit und Wasser fand O. Hesse[8] im Plagioklas (Oligoklas) des Chloritschiefers von Harthau bei Chemnitz a. Der gelblichgrüngraue, an den Kanten durchscheinende, von Säuren nicht angreifbare, vor dem Löthrohr an den Kanten schmelzende, nach dem Plagioklas pseudomorphe Pinit enthält nach A. und W. Knop[9] b, nach O. Hesse (l. c.) c. In

[1] Proc. Amer. Acad. of arts and sc. 13. 274. 302. 304 u. s. w. 1878. — [2] l. c. 281. — [3] Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 529. — [4] Jahrb. Miner. 1868. 389 und Geol. Beschreibung von Baden. 1861. 55. — [5] Geol. Beschreibung von Baden. 1861. 55. — [6] Ueber den Gneiss des nordöstlichen Schwarzwaldes. Würzburg. 1878. 20. — [7] Laspeyres in Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 158. — [8] A. Knop. Der Chloritschiefer von Harthau. Leipzig. 1856. 9. — [9] ib. p. 8 = Blum. Pseudom. II. 28. Bischof. Chem. Geol. II. 573. Vergl. auch bei Epidot.

c ist für 2,67 pCt. SO^3 2,40 FeO (im Gestein Schwefelkies) abgerechnet, die nicht bestimmten Alkalien sind nach b berechnet, alles Eisen als Oxydul angenommen.

sp. G. 2,832.

	a	O	b	c
SiO^2	63,11	33,66	55,18	53,89
$\ddot{Al}$	17,78	8,30	27,51	31,08
$\dddot{Fe}$	3,62	1,09	—	—
FeO	—	—	4,08	5,03
MnO	—	—	1,22	1,07
CaO	4,86	1,39	0,80	—
Na^2O	4,08	1,05	4,50	(4,50)
K^2O	6,55	1,11	3,37	(3,37)
Wasser	—	—	3,74	0,96
Fluor	—	—	0,08	—
	100,00		99,98	99,90

O von a = 1,13 : 3 : 10,75; 2 Kalk + 3 Alkali.

In b ist Kalk, Kali, Kieselsäure vermindert, Wasser zugetreten. Quarz und Kalkkarbonat findet sich im Gestein. Die Analysen der meisten Pinite geben mehr Kali und weniger Natron als b.

Lemberg untersuchte die Umwandlungen, welche der „Oligoklas" des Turmalingranites vom Südabhang des Monte Mulatto bei Predazzo erleidet. Der Orthoklas ist nach den Analysen kaum verändert, während der Oligoklas hell- bis dunkelgrün wird, den Glanz einbüsst und zu einer mit dem Messer schneidbaren, serpentinähnlichen Masse wird.

I Oligoklas; a und b sehr verändert, dunkelgrün; c und d sehr verändert, hellgrün.

	I	O	a	b	c	d
SiO^2	59,51	31,74	45,29	46,90	50,46	48,79
$\ddot{Al}$	25,10	11,72	25,68	30,40	27,89	32,27
$\dddot{Fe}$	1,08	0,32	12,49	7,30	5,20	3,15
MgO	Spur		2,88	1,11	1,30	0,61
CaO	4,03	1,15	0,52	0,52	0,61	0,44
Na^2O	7,26	1,87	2,14	0,70	2,23	0,84
K^2O	2,10	0,36	3,00	5,28	4,54	7,43
Wasser	0,92		8,00	7,79	7,77	6,47
	100,00		100,00	100,00	100,00	100,00

O von I 3,38 . 12,04 . 31,74 = 0,84 . 3 . 7,91, also nicht unverändert, nach $SiO^2 : \ddot{R}O^3$ = 3,95 : 1 = Andesin.

Lemberg bemerkt, dass die Zusammensetzung des unveränderten Oligoklases nicht ganz constant sei, und dass mehrere Plagioklase (Oligoklas, Andesin) neben einander vorzukommen scheinen. Kalk und Natron sind gegen

Kali und Magnesia ausgetauscht, Eisenoxyd und Wasser reichlich aufgenommen.[1]) Die grünen Färbungen sprechen für die Gegenwart von Eisenoxydul und mit diesem berechnet nähern sich c und d den Pinitoiden.

Lemberg analysirte die Umänderungen, welche der Oligoklas der wesentlich aus Quarz und Oligoklas mit sehr wenig Orthoklas bestehenden Einlagerungen aus dem Granit von Helsingfors zeigt. Der Granit enthält ausser Quarz, Orthoklas und Oligoklas rothe Granaten, welche bisweilen in Chlorit und Glimmer pseudomorphosirt sind.

1. Hellrother, wenig veränderter, etwas quarzhaltiger Oligoklas, östlich der Deutschen Kirche. In unmittelbarer Nähe findet sich
2. bröckliger, blassgelber, matter Oligoklas, von braunrothen Pünktchen durchsetzt, schwache Spaltungsrichtung zeigend.[2])

a. Rother Oligoklas, stellenweise von rothbraunen Pünktchen durchsetzt, östlich der Sternwarte; weniger verändert als die in unmittelbarer Nähe vorkommende
b. braunrothe Masse mit sehr wenig Oligoklasfragmenten und kleinen Quarzpünktchen.[3])

	1	2	a	b
SiO^2	61,53	58,30	62,61	58,99
$\ddot{\ddot{A}}l$	21,03	23,15	19,02	15,42
$\ddot{\ddot{F}}e$	1,63	4,09	2,89	6,23
Mg O	0,31	0,59	2,63	6,69
Ca O	2,97	1,65	0,78	0,98
Na^2O	7,89	5,26	7,71	1,73
K^2O	2,00	2,52	2,70	4,53
Wasser	1,12	4,44	2,16	5,42
	98,48	100	100	99,99

O in 1 3,35 : 10,31 : 32,82 = 0,96 : 3 : 9,55.
2 2,50 : 12,04 : 34,08 = 0,62 : 3 : 7,74.
a 3,73 : 9,59 : 33,39 = 1,17 : 3 : 10,44.
b 4,18 : 9,07 : 31,46 = 1,38 : 3 : 10,41.

Nimmt man Thonerde als constant, so ist in 2 Kalk, Natron und etwas Kieselsäure ausgeschieden, Eisenoxyd und Wasser aufgenommen. Vergleicht man a und b, so ist Thonerde, Natron, Kieselsäure vermindert, Eisenoxyd, Magnesia und Wasser aufgenommen. Offenbar ist a mehr verändert als 1; ob Thonerde ausgeschieden und gegen Eisenoxyd ausgetauscht ist, hängt davon ab, ob Eisenoxydhydrat vorhanden ist, worüber keine Angabe vorliegt.

Aus den 15 von Lemberg von diesen Stellen mitgetheilten Analysen geht die Aufnahme von Eisenoxyd, Magnesia und Wasser, der Verlust von Natron, Kalk und Kieselsäure hervor, von denen die letztere zum Theil als Quarz in

[1]) Zs. geol. Ges. 28. 520. 1876. Es sind dort noch 4 Analysen der umgewandelten Oligoklase mitgetheilt. — [2]) Zs. geol. Ges. 22. 337. 1870. Hier noch 3 Analysen. — [3]) ib. 343. Hier noch 8 Analysen.

den veränderten Oligoklasen sich wiederfindet. Die Monoxyde nehmen im Verhältniss zu den Sesquioxyden bei fortschreitender Umwandlung bald ab, bald zu. Bei Zunahme durch Vermehrung der Magnesia, deren Maximum 7,98 pCt. beträgt. Die Menge von Kali schwankt bedeutend; eine braunrothe, stellenweis gelbliche Masse mit stark glänzenden Oligoklaströmmern, also stark umgewandelt, zeigt 8,48 pCt. Kali; auch in 2, a und b ist die Menge des Kalis gestiegen, in anderen Fällen ist sie vermindert. Die Wassermenge steigt in allen Fällen bei stärkerer Umänderung.

Ein vollständig umgewandelter Oligoklas[1]) unweit b ergab als Ganzes (aus d und e berechnet) c, der in Schwefel- und Salzsäure unlösliche Antheil (38,06 pCt.) enthielt d, das Lösliche (61,01 pCt.) e; d^1 und e^1 ist d und e auf 99,07 pCt. berechnet.

	c	d	e	d^1	e^1
$\overset{}{Si}O^2$	54,52	28,89	26,13	73,90	42,43
$\dddot{Al}$	17,71	5,23	12,48	13,61	20,27
$\dddot{Fe}$	6,19	0,20	5,99	0,52	9,73
Mg O	6,88	—	6,88	—	11,17
Ca O	1,05	—	1,05	—	1,71
Na^2 O	0,86	0,15	0,71	0,39	1,15
K^2 O	5,33	4,09	1,24	10,65	2,01
Wasser	6,53	—	6,53	—	10,60
	99,07	38,06 pCt.	61,01 pCt.	99,07	99,07

O von						
b	= 4,18 .	9,07 .	31,46	= 1,38 .	3 .	10,41.
c	4,17 .	10,13 .	29,08	= 1,12 .	3 .	8,60.
d^1	1,91 .	6,51 .	39,41	= 0,88 .	3 .	18,17.
e^1	5,60 .	12,38 .	22,63	= 1,36 .	3 .	5,48.

Fast nur im Kieselsäuregehalt sind b und c verschieden; das in Säuren Unlösliche von c (= d) enthält fast alles Kali, das Lösliche e fast alles Eisenoxyd, allen Kalk und alle Magnesia. Von der Verwitterung zu Kaolin unterscheidet sich diese Umwandlung durch Zufuhr von Magnesia und Eisenoxyd und dadurch, dass in allen Fällen bedeutende Mengen von Alkali sich vorfinden.

Wo in der Nähe des Oligoklases Chlorit und Talk, also an Magnesia sehr reiche Mineralien, vorkommen, wie im Serpentin von Zöblitz, steigt die Aufnahme von Magnesia, die Endprodukte sind andere. Den dortigen Oligoklas begleiten kleine Mengen von Hornblende, Glimmer und Quarz. Lemberg[1]) fand in frischem Oligoklas I, in porzellanartig verändertem 2, in stärker verändertem, fettglänzendem 3, in völlig umgeändertem, weichem, schmutziggrauem, specksteinartigem 4. Es werden endlich alle Alkalien und aller Kalk entfernt. und ein wasserhaltiges Magnesiathonerdesilikat wird gebildet, das sich den Pseudophiten nahe stellt.

[1]) Zs. geol. Ges. 22. 351. 1870. — [2]) Zs. geol. Ges. 27. 536. 1875.

	1	O	2	O	3	O	4	O	5	O
SiO^2	65,73	35,06	64,00	34,13	54,77	29,21	38,86	20,73	40,00	21,33
Äl	21,43	10,01	19,23	8,98	14,45	6,75	10,61	4,95	9,32	4,35
F̈e	0,18	0,05	0,34	0,10	1,02	0,31	1,32	0,40	5,60	1,68
Mg O	—	—	3,37	1,35	15,84	6,34	29,74	11,90	26,14	10,46
Ca O	2,07	0,59	0,83	0,24	0,39	0,11	—	—	0,85	0,24
Na^2O	10,41	2,69	10,18	2,63	4,68	1,21	—	—	—	—
K^2O	0,13	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	0,40		2,05	1,82	8,85	7,87	17,57	15,62	17,22	15,31
	100,35		100,00		100,00		98,10		99,13	

O in I = 3,30 : 10,06 : 35,06 = 0,99 . 3 . 10,45.
2 = 4,22 : 9,08 : 34,13 : 1,82 = 1,39 . 3 . 11,28 . 0,60.
3 7,66 : 7,06 : 29,21 : 7,87 = 3,11 . 3 . 12,41 . 3,34.
4 11,90 : 5,35 : 20,73 : 15,62 = 6,49 . 3 . 11,64 . 8,76.
5 10,70 : 6,03 : 21,33 : 15,31 = 5,32 . 3 . 10,06 . 7,62.

Für Natron und Kalk tritt Magnesia ein, Kieselsäure und Thonerde sind entfernt, Eisenoxyd und Wasser eingetreten.

Aehnliche Umwandlung zeigen nach Lemberg die Natronfeldspäthe einer aus Quarz und rothem Feldspath bestehenden Granitader im Serpentin von Waldheim. Sie werden in eine weiche, bröcklige, glanzlose, dunkelbraunrothe, oder schmutziggrüne Masse (mit 4,68 pCt. Eisenoxyd) umgewandelt, in der die weisslichen Orthoklase noch ziemlich erhalten sind. Das Endprodukt, ähnlich zusammengesetzt wie 4, aber noch eisenreicher, unter 5 angeführt,[1]) enthält die Umwandlungsresultate beider Feldspäthe. Lemberg bemerkt, dass auch fast aller Quarz fortgeführt oder vielleicht zum Theil in Magnesiasilikat umgewandelt wurde, da 5 nach Behandlung mit Schwefelsäure und Natronhydrat nur sehr wenig Quarz hinterliess, während der Granit selbst 71,44—74,11 pCt. SiO^2 enthält.

Lemberg untersuchte die Umwandlung eines fleischfarbenen Labradors von Helsingfors, der sehr wenig Quarz enthielt, I und das rothbraune, etwas quarzhaltige Umwandlungsprodukt, 2. Das Endprodukt ist eine rothbraune, schwach fettglänzende, dem Serpentin sehr ähnliche Masse. Ein umgewandelter Labrador neben 2 enthielt 3 und gab an Säuren 37,61 pCt. eines Magnesia-Eisenoxyd-Thonerde-Silikates ab 4; der Rest 61,17 pCt., 5, enthält nahezu das gesammte Kali und entspricht der Orthoklaszusammensetzung.

	I	2	3	4	5
SiO^2	56,12	55,22	54,85	14,29	40,56
Äl	26,89	16,11	14,34	3,75	10,59
F̈e	0,71	6,45	6,92	6,71	0,21
Mg O	0,25	7,39 [2])	8,27	8,27	—
Ca O	9,14	1,27	0,55	0,25	0,30
Na^2O	5,43	0,88	0,17	0,17	—
K^2O	0,92	8,51	9,71	0,20	9,51
Wasser	0,54	4,17	3,97	3,97	—
	100,00	100,00	98,78	37,61 pCt.	61,17 pCt.

[1]) Zs. geol. Ges. 27. 546. 1875. — [2]) Manganhaltig.

Thonerde, Kalk und Natron sind ausgeschieden, Eisenoxyd, Kali und Wasser aufgenommen.[1]) Ueber die Quelle des Eisenoxydes und Kalis ist nichts angegeben.

O von I = $1,_{01}$. 3 . $7,_{00}$. 3 Ab + 5 An o.
2 = $1,_{58}$. 3 . $9,_{34}$. $1,_{18}$.
3 = $1,_{76}$. 3 . $9,_{99}$. $1,_{02}$.
4 = $2,_{75}$. 3 . $6,_{08}$. $2,_{82}$.
5 = $1,_{02}$. 3 . $12,_{98}$.

Aus Labrador entsteht der weissliche Chonikrit, der nach von Kobell von Pyrosklerit begleitet am Forte Falcone bei Porto Ferrajo, Elba, vorkommt und ähnlich nach d'Achiardi im Gabbro von Impruneta.[2]) Nach Fischer[3]) hindert die innige Verwachsung mit Pyrosklerit die Sicherheit der Analyse, welche kein Alkali angiebt.

Im „Quarzandesit" des Kirnik bei Verespatak, der aus Labrador, Quarz und Hornblende besteht, fand Tschermak[4]) weisse, zum Theil durch Brauneisen gelbliche Pseudomorphosen des Labradors. Sie bestehen der Hauptsache nach aus zwei feinblättrigen Mineralien, von denen eines Kaliglimmer ist, enthalten ausserdem etwas Quarz, unzersetzten Labrador, Pennin, hier und da Brauneisen und bestehen nach Sipöcz aus a. Durchscheinender, durch fein vertheilte Einschlüsse etwas grauer Labrador nordöstlich der Goldbaue lieferte I.[5])

	I	a
Si O²	$55,_{21}$	$55,_{96}$
$\ddot{A}l$	$28,_{56}$	$31,_{34}$
$\ddot{F}e$	$1,_{00}$	$1,_{16}$
Mg O	$0,_{53}$	$1,_{73}$
Ca O	$11,_{76}$	$0,_{65}$
Na² O	$4,_{37}$	$0,_{18}$
K² O	—	$4,_{96}$
Wasser	—	$5,_{41}$
	$101,_{43}$	$101,_{39}$

Im Vergleich zu I ist aus a fast aller Kalk und alles Natron ausgetreten und Kali, Magnesia, Wasser aufgenommen. Nimmt man die Thonerde als constant, so trat auch Kieselsäure aus. Ueber die Quelle des eingetretenen Kalis lässt sich nichts angeben. Tschermak berechnet die Pseudomorphosen zu $44,_{76}$ pCt. Pyrophyllit ($\ddot{A}l + 4\ Si\ O^2 + aq$), $42,_{34}$ pCt. Kaliglimmer, $4,_{51}$ pCt. Pennin, $3,_{12}$ pCt. Quarz, $1,_{35}$ pCt. Brauneisen und $4,_{77}$ pCt. unzersetztem Labrador. Die O-Verhältnisse von I ergeben = $1,_{01}$: 3 : $6,_{48}$; die Zusammensetzung entspricht fast genau 1 Ab + 2 Ano.

[1]) Zs. geol. Ges. 22. 347 und 351. 1870. Es sind dort noch andere Analysen umgewandelter Labradore von demselben Fundort angeführt, welche den Gang der Umwandlung erkennen lassen. — [2]) Mineralogia della Toscana. II. 227. — [3]) Kritisch-mineralog. Studien. 1871. 21. — [4]) Miner. Mitth. 1874. 269 (= Jahrb. Miner. 1875. 313) und 1875. 41. — [5]) ib. 1874. 274.

Umänderungen des Glimmers.

Voigtit nach Biotit. Biotit erleidet bisweilen eine Umänderung, bei welcher die Blättchen ihre Elasticität verlieren und biegsam werden wie Chloritblättchen, die Farbe wird grünlichgrau, dann graubraun bis holzbraun, Wasser wird aufgenommen. E. Schmid[1]) fand im Voigtit (sp. G. 2,91) vom Ehrenberge bei Ilmenau a.

	a	b	c	d	e
$Si O^2$	33,02	32,33	38,13	34,98	37,10
$\dddot{A}l$	13,08	20,47	21,60	21,88	17,87
$\dddot{F}e$	33,15	—	—	—	10,54
Fe O	—	26,25	19,92	28,44	1,26
Mn O	—	—	2,61	6,24	—
Mg O	7,28	*7,75	*13,76	—	19,65
Ca O	1,99	0,85	—	—	0,56
$Na^2 O$	0,96	—	—	—	Spur
$K^2 O$	—	2,02	—	—	0,43
Wasser	9,52	10,33	3,98	9,22	13,76
	99,00	100,00	100,00	100,76	100,87

Tschermak fand dieselbe Umänderung in veränderten „Trachyten" von Schemnitz und „Trachytporphyren" (Daciten) von Offenbanya. Die Glimmersäulchen sind in eine weiche, grüne bis grünlichweisse, perlmutterglänzende Substanz umgewandelt, die Spaltbarkeit lässt sich erkennen, ist aber unvollkommen.[2]) Er führt Voigtit auch aus Andesit von Straschischa bei Guttenstein. Kärnten, an.[3])

In lockerkörnigem Granit von San Domingo, Prov. Rio Janeiro, fanden Kenngott[4]) und Tschermak[5]) den schwarzen Glimmer in weiche, braungraue, wachs- bis perlmutterglänzende Substanz umgewandelt, die in Säure einen weissen, aufgequollenen, blättrigen Rückstand lässt und alle Eigenschaften des Voigtites hat. K. v. Hauer fand dafür die Zusammensetzung b. Ob Eisen zugeführt ist, bleibt unentschieden. Auch an Biotit von Southacworth, Newhampshire. fand Tschermak[6]) anfangende und fast vollständige Umwandlung in Voigtit. Der umgebende Kaliglimmer enthält hier und da Eisenocker zwischen seinen Blättchen.

Gehört hierher auch der Eukamptit von Kenngott,[7]) welcher im Granit bei Pressburg neben Glimmer und oft mit ihm innig verwachsen vorkommt? Das dunkellauchgrüne in's Braune, weiche, in Salzsäure feine Schüppchen hinterlassende Mineral (sp. G. 2,78) lieferte K. v. Hauer[8]) die Zusammensetzung c. Rammelsberg fragt, ob es Kali enthält.

[1]) Pogg. Ann. 97. 111. 1856. Fe O nur berechnet. — [2]) Wien. Akad. Ber. 46. 492. 1863. cf. ib. 49. 348. 1864. — [3]) Porphyrgest. Oesterreichs. 1869. 162. — [4]) Uebersicht d. mineral. Forschungen f. 1856 und 1857. 196. — [5]) Wien. Akad. Ber. 47. 214. 1863. — [6]) ib. 49. 348. 1864. — [7]) Jahrb. Reichsanst. 2. III. 46. 1851 und Uebers. d. miner. Forschungen f. 1853. 58. 1855. — [8]) Jahrb. Reichsanst. 4. 636. 1853.

Dana[1]) stellt zum Voigtit auch den Rastolyt (Shepard), welcher in Monroe. New-York, mit Pyrit gemengt vorkommt und wahrscheinlich durch Einwirkung des verwitternden Pyrites auf Glimmer entstand. Pisani[2]) fand darin die Zusammensetzung d.

Des Cloizeaux[3]) rechnet zu den veränderten Glimmern den Jefferisit. (Brush), aus Serpentin von Westchester, Pennsylvanien. Brush fand darin die Zusammensetzung e.

Hierher ist wohl auch der Aspidolith (von Kobell)[4]) aus dem Zillerthal zu stellen, welcher neben Chlorit vorkommt. Er enthält (sp. G. 2,72)

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	Na^2O	K^2O	Wasser	
46,44	10,50	9,00	26,30	4,77	2,52	1,13	= 100,66.

Schwarzen Glimmer aus Gneissadern von Castlecaldwell fand Haughton[5]) zu grünem Glimmer verwittert, welcher enthielt a.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	MnO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühverl.	
a.	31,60	19,68	23,35	4,04	1,20	7,03	0,45	0,74	3,90	8,68	= 100,67
b.	39,38	6,65	19,89	16,43	—	0,56	5,47	2,81	7,86	1,39 (aq)	= 100,44

Hierher stellt Dana auch den von R. Müller analysirten (s. b), blättrigen. braungrünen Pterolith, der in Brevig mit Astrophyllit, Aegerin, Wöhlerit u. s. w. vorkommt. Das Mineral ist nur zum Theil in heisser Salzsäure löslich, das Unlösliche enthält kein Natron, keine Magnesia, kein Wasser, kein Eisenoxyd.[6])

Umänderung des Magnesiaglimmers in ein vielleicht chloritisches Mineral fand Rosenbusch in einzelnen granitischen Gesteinen,[7]) in Felsitporphyren,[8]) in Glimmersyeniten.[9])

In den letzteren geht der Glimmer zuletzt über in ein Gemenge von Calcit. Quarz und Brauneisen, eine auch in Porphyriten[10]) und Amphibolandesiten[11]) beobachtete Erscheinung.

G. vom Rath fand den Biotit der Schemnitzer Grünsteinporphyre (Propylite) stets in Chlorit umgewandelt.[12])

Nach Blum ist der bräunlichschwarze Glimmer der „Grünsteintrachyte" (Andesite) der Gegend von Schemnitz unter Erhaltung der Form in eine graulichgrüne, grüne oder braune, noch spaltbare Masse verändert. Carius fand in dem braunen, am stärksten veränderten Glimmer des Spitaler Ganges im Siegmundschachter Feld, der sich durch Salzsäure unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure völlig zersetzte und alles Eisen als Oxydul enthielt:

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MnO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	CO^2	
33,34	[illegible],53	16,01	0,89	2,06	21,73	2,26	0,56	20,06	= 100,44.

Berechnet man für das Gemenge die Karbonate nach dem Kohlensäuregehalt, so erhält man 45,08 pCt. Karbonate:

[1]) Miner. 486. — [2]) Compt. rend. 54. 686. 1862. — [3]) Miner. 495. — [4]) Rammelsberg. Mineralchemie 527. — [5]) Quart. J. geol. Soc. 1862. 18. 413. — [6]) Dana. Miner. 308. — [7]) Mikrosk. Phys. d. massigen Gest. 1877. 17. — [8]) ib. 57. — [9]) ib. 122. — [10]) ib. 286. — [11]) ib. 298. — [12]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn vom 18. Febr. 1878.

CaO 21,73 + 17,07 CO^2 = 38,80 $CaOCO^2$
MgO 2,06 + 2,27 CO^2 = 4,33 $MgOCO^2$
FeO 1,18 + 0,72 CO^2 = 1,90 $FeOCO^2$
45,01 pCt. und im Rest 55,41 pCt.

				O
SiO^2	33,34	=	60,17	32,09
$\ddot{A}l$	3,53		6,37	2,55
FeO	14,83		26,76	5,95
MnO	0,89		1,61	0,36
Na^2O	2,26		4,08	1,05
K^2O	0,56		1,01	0,17
	55,41 pCt.	=	100	

Karbonate haben also einen grossen Theil des Glimmers ersetzt.[1])

In einem Trachyt von Schemnitz fand Rosenbusch den Magnesiaglimmer ganz oder zum Theil durch ein Gemenge von Karbonaten und Eisenoxydhydrat ersetzt.[2])

Stilpnosiderit nach Glimmer beschreibt Tschermak aus dem Dauphiné. Ein Aggregat von parallel verwachsenen, sechsseitigen Säulen mit lichtgelbbrauner Oberfläche trägt einen Ueberzug von Stilpnosiderit, der, wenn auch nicht gleichförmig, in's Innere eindringt. Gemengt mit den kieseligen Resten des Glimmers bildet er eine Art Thoneisenstein mit Blätterstruktur; das Innere ist theilweise hohl, das Ganze innen ausgelaugt und zerblättert, durch Stilpnosiderit zu einer zusammenhängenden Masse vereint. Säure gibt neben eisenreicher Lösung einen blättrigen perlmutterglänzenden Rückstand. Die Pseudomorphose besteht also aus einem voigtitähnlichen Mineral und dem Eisenoxydhydrat in wechselnder Menge; letzteres hält Tschermak nicht für zugeführt.[3])

Umänderungen von Glimmer in Speckstein erwähnt Blum von Dualta la Toja im Pellegrin; von Monzoni; von Oxbow, New-York; aus Graniten angeblich von Brünn; aus Graniten von Thiersheim bei Göpfersgrün.[4]) In Monzoni hat der Glimmer ein trübes verändertes Ansehen, unrein röthliche Färbung, verminderte Spaltbarkeit. In Oxbow lässt sich der Uebergang verfolgen. Die Veränderung beginnt auf der Oberfläche, die bräunliche oder graulichgrüne Färbung wird heller, Spaltbarkeit und Härte geringer. Bei vollständiger Umwandlung sind die matten Pseudomorphosen an Ecken und Kanten zugerundet.

Daub[5]) fand den Glimmer des Felsitporphyrs des Münsterthals (von der Breitenau bis zum Kloster St. Trudpert) in eine gelblichgrüne Masse umgewandelt, in welcher man noch Theile der Blättchen erkennen kann; nach Bischof wahrscheinlich Speckstein.[6])

Auch der Rubellan von Schima verwandelt sich in eine rothbraune specksteinähnliche Substanz ohne Spur von Spaltbarkeit. Der Rubellan wird matt, trübe, weich und lichter, indem er sich zu einer compakten Masse gestaltet.[7])

[1]) Jahrb. Miner. 1865. 270. Analyse von Wolkenhaar. — [2]) Mikrosk. Physiogr. der massigen Gest. 1877. 187. — [3]) Wien. Akad. Ber. 47. 447. 1863. — [4]) Blum. Pseudom. 132. I. 73. — [5]) Jahrb. Miner. 1851. 4. — [6]) Chem. Geol. II. 758. — [7]) Blum. Pseudom. 133 und Reuss. Umgeb. v. Teplitz. 1840. 210.

Ob nicht ein grosser Theil dieser Pseudomorphosen Thonerde enthält? Analysen liegen nicht vor.

Tafeln von lichtbraunem oder bräunlichweissem Phlogopit (Magnesiaglimmer), der in einem Gemenge mit Kalkspath vorkommt, findet sich in Somerville. St. Lawrence Co., New-York, nach Blum[1]) in grünlichen oder gelbweissen Serpentin umgewandelt. Der Process beginnt von aussen und dringt in den Spaltungsrichtungen vor. Endlich entstehen an den Kanten zugerundete, fettglänzende Pseudomorphosen. Lewinstein fand in denselben

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	Na^2O	K^2O	Wasser	
$47{,}_{24}$	$2{,}_{32}$	$1{,}_{10}$	$33{,}_{23}$	$0{,}_{67}$	$0{,}_{57}$	$14{,}_{87}$	$= 100{,}_{00}$

Die Umwandlung ist noch nicht ganz vollendet, was auch aus der nicht ganz mit Serpentin übereinstimmenden Zusammensetzung hervorgeht.[2])

Dunkelfarbigen Glimmer fand J. D. Dana in dunkelgrünen Serpentin umgeändert in der Grube Tilly Foster, Putnam Co., New-York. Bisweilen wird der Uebergang durch grünen, nicht elastischen Chlorit vermittelt, endlich entsteht strukturloser Serpentin.[3]) Auch im Toal della Foglia, Monzoni, fand vom Rath Pseudomorphosen von Serpentin nach Glimmer.[4])

Magneteisen pseudomorph nach Biotit fand Haidinger im Fassathal. Die Glimmersubstanz ist ganz verschwunden, und die Glimmertafeln sind umgebildet in Zusammenhäufungen von kleinen Granatoiden von Magneteisen, welche so aneinander gereiht sind, dass eine ihrer rhomboedrischen Axen parallel steht der Axe der sechsseitigen Glimmertafel und dass die dieser Axe des Granatoids parallelen Flächen auch die Lage der Prismenflächen der sechsseitigen Tafel haben. Es spiegelt daher eine Anzahl kleiner Granatoide gleichzeitig, wenn man die Seitenflächen der Tafeln untersucht. Auf der breiten sechsseitigen Endfläche stehen, wie kleine dreiseitige Pyramiden, zahlreiche Spitzen der Magneteisen-Granatoide hervor.[5])

Aus Predazzo erwähnt Liebener ähnliche Pseudomorphosen;[6]) Rosenbusch aus Felsitporphyren Verdrängung der Magnesiaglimmer durch Eisenoxydhydrat, seltener durch Kalk, Delessit oder Grengesit.[7])

In Zinnstein führenden Gneissen von Zinnwald fand Reuss Glimmer in graulichweissen oder erbsengelben Hornstein umgewandelt. Die Pseudomorphosen sind auf Quarz aufgewachsen.[8])

Die von Kutorga aus Granit von Orrijerfwi erwähnten Pseudokrystalle nach Quarz sind nichts als „Ausfüllungen der sechsseitigen Zwischenräume zwischen den Pyramiden des Glimmers",[9]) gehören also nicht zu den Pseudomorphosen.

[1]) Pseudom. I. 79 und III. 142. — [2]) Erlenmeyer und Lewinstein. Zs. Chem. Pharm. 1860. 15. 16. Da sich der Kalkspath nur sehr schwer entfernen liess, wurde alle Kalkerde als Karbonat abgezogen. — [3]) Amer. J. of sc. (3) 8. 449. 1874. — [4]) Zs. geol. Ges. 27. 382. 1875. — [5]) Jahrb. Reichsanstalt. 3. IV. 31. 1852 = Blum. Pseud. III. 238. — [6]) ib. 4. 161. — [7]) Mikrosk. Phys. d. massigen Gest. 1877. 57. — [8]) Umgebungen von Teplitz. 1840. 48 = Blum. Pseud. 253. — [9]) Verhandl. d. mineral. Ges. in Petersburg. 1850—1851. 306. 369.

Complicirte Verwitterung der Hornblende.

Durch complicirte Verwitterung geht aus Hornblende hervor: Glimmer, wobei Alkali zugeführt und Kalk entfernt wird; Chlorit, wobei neben Entfernung des Kalkes Wasser aufgenommen wird; Epidot, wo Magnesia entfernt, Quarz und Kalkspath ausgeschieden wird. Magnetit, Pinit, Augit, aus Hornblende entstanden, werden angeführt. Für die Fortführung von Kieselsäure sprechen die Ausscheidungen von Quarz, welche bei vielen dieser Umänderungen vorkommen.

Umwandlung der Pargasite in Glimmer führt Bischof an. Der grüne Pargasit wird bräunlich, die Härte nimmt ab, tombackbraune Glimmerblättchen treten auf, und zum Theil erscheinen die Pargasite ganz in Glimmer umgewandelt.[1]) Gemeine Hornblende von Miask zeigt dieselbe Umwandlung.[1]) Mehr oder weniger verwitterte Hornblende von Gouverneur, New-York, Hornblende von New-Jersey und Bodenmais zeigen auf den Bruchflächen Glimmerblättchen. (Bischof l. c.).

Fergus fand Glimmer aus Hornblende entstanden bei Boston,[2]) K. von Fritsch in den Granititen bei Ilmenau;[3]) Peters die (thonerdehaltige?) Hornblende der Hornblendeschiefer im Kanninggraben und in der Umgebung, Kärnten, in grünen Glimmer pseudomorphosirt;[4]) Th. Wolf Glimmer aus Hornblende entstanden in den Amphibolitauswürflingen des Laacher Sees.[5]) Nach Sandberger ist die Hornblende der porphyrartigen Trachyte des SW. Westerwaldes oft in Glimmer umgewandelt,[6]) ebenso nach v. Lasaulx die Hornblende des Felsitporphyrs bei Blot l'Eglise, Canton Manzat, Auvergne,[7]) nach Streng in den Hornblendegneissen des Kyffhäusers,[8]) nach Rosenbusch in manchen Vogesendioriten,[9]) nach Lagorio in den Syenitgraniten von Launakörkia, Hochland.[10]) Tschermak fand schwärzlichgrünen Glimmer nach Hornblende im Gneiss des Radhausberges bei Gastein; im Gneiss aus Prov. Rio de Janeiro zwischen Clair und Morro Queimado; im Granit von Meran, und einem Cordieritgneiss aus Ostsudan; im Glimmerschiefer des Zillerthales;[11]) Blum tombackbraunen Glimmer aus Hornblende entstanden in einem Kalk der Gegend von Arendal.[12]) Nach Des Cloizeaux findet sich bei Warwick, New-York, Hornblende ganz in gelblichbraune, parallel auf einander gehäufte Blättchen von Magnesiaglimmer umgewandelt.[13]) Die Hornblende der Teschenite ändert sich nach Tschermak in dunkelgrünen Glimmer um, schliesslich in eine weiche, dichte, graulichgrüne Masse mit grösseren Biotitschüppchen.[14]) Phlogopit nach Hornblende erwähnt Kenngott vom Vesuv. Sämmtliche sechsseitige Täfelchen

[1]) Chem. Geol. II. 679 = Blum. II. 31. — [2]) Jahrb. Min. 1850. 61 = Blum. II. 32. — [3]) Zs. geol. Ges. 12. 104. 1860. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. 6. 512. 1855. — [5]) Zs. geol. Ges. 19. 463. 1867. — [6]) Jahrb. Nassau. 7. 262. 1851. cf. Grandjean. ib. 224. — [7]) Jahrb. Miner. 1874. 258. — [8]) ib. 1867. 653. — [9]) Mikr. Physiogr. d. massigen Gesteine 1877. 261. — [10]) Arch. f. Naturk. Livlands etc. I. Ser. 8. 231. 1876. Auch Umwandlung in Chlorit kommt vor. — [11]) Wien. Akad. Ber. 46. 490. 1862 und 49. 348. 1864 = Blum. III. 276. — [12]) Jahrb. Miner. 1865. 264. — [13]) Minér. I. 89. — [14]) Porphyrgest. Oesterreichs. 1869. 264. cf. v. Hochstetter. Jahrb. Reichsanst. 4. 315.

sind in paralleler Lage gruppirt, so dass die beiden Tafelflächen der Querfläche der Hornblende entsprechen.[1] Pinit nach Hornblende führt Sillem an von Manzat, Auvergne,[2] (s. oben bei Glimmer), Blum aus Glimmerschiefer von Kamm unfern Kötznich, Baiern.[3])

Scheerer fand die Hornblende des Gneisses von Christiansand durch den Contakt mit dem Kalk in Augit verwandelt.[4])

Die auf Augit aufgewachsene Hornblende vom Wolfsberg bei Cernossin fand Blum in eine jaspisartige Masse umgewandelt. Sie ist aussen blutroth und matt, innen bräunlichroth und fettglänzend, ganz dicht und hat muschligen Bruch, ist wasserfrei und unschmelzbar.[5])

Reuss fand die dunklen Hornblenden des Glimmerschiefers am Greiner, welche fast stets senkrecht auf die Absonderungsflächen des Glimmerschiefers stehen, stets mit einer Rinde von grünlichbraunem Chlorit umgeben, dessen Blättchen senkrecht gegen die Prismenflächen der Hornblende gerichtet sind. Bisweilen ist nur noch ein kleiner Kern von Hornblende vorhanden, bisweilen ist diese ganz verdrängt.[6]) Laube, der das Gestein Chloritschiefer nennt, fand in den Pseudomorphosen Magnetitoktaeder.[7]) Tschermak fand in dem pseudomorphen Ripidolith (Lophoit Breithaupt, sp. G. 2,800):

SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Wasser	
26,3	19,8	15,1	24,4	1,0	12,4	= 99,0

Er bezeichnet die Pseudomorphose als Lophoit nach Strahlstein.[8]) Der hohe Gehalt an Thonerde lässt thonerdehaltige Hornblende als Ursprungsmineral viel wahrscheinlicher erscheinen.

In den in ein grünes Mineral (sp. G. 3,00) umgewandelten Hornblenden des Porphyrites vom Gänseschnabel bei Ilfeld fand Streng[9]) nach Abzug des unlöslichen Rückstandes (9,27 pCt.):

SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühv.	
16,43	15,15	26,77	4,99	14,91	3,11	1,96	16,68	= 100,00

Von den Chloriten weicht die Zusammensetzung durch den Kalkgehalt ab.

In den Syeniten (Syenitporphyren, Granitporphyren Autt.) bei Beucha unfern Leipzig ist die Hornblende fast vollständig in Chlorit umgewandelt.[10]) Baranowski fand auch den Hornblendekern meist von Chloritäderchen[11]) durch-

[1]) Uebersicht d. Result. mineral. Forschungen. 1855. 125 = Blum. III. 96. — [2]) Jhb. Min. 1851. 399 und 1852. 522 = Blum. Pseudom. II. 31. — [3]) Blum. Pseud. III. 98. — [4]) Zs. geol. Ges. 4. 42. 1852. — [5]) Blum. Pseud. 57 und III. 51. — [6]) Jahrb. Miner. 1840. 136 = Blum. Pseudom. 167. — [7]) Jahrb. Reichsanst. 14. 380. 1864 und Verh. 66. Die Analyse erscheint ungenau. — [8]) Wien. Akad. Ber. 53. 522. 1866 = Jahrb. Miner. 1866. 828. — [9]) Zs. geol. Ges. 10. 136. 1858 und Jahrb. Miner. 1875. 789. — [10]) Blum. Pseudom. III. 167. — [11]) Zs. geol. Ges. 26. 526. 1874. Nach Kalkowsky (Jahrb. Miner. 1878. 278) liegt nicht umgewandelte Hornblende, sondern Augit vor, und zwar Pseudomorphosen in Chlorit, Quarz und einem Epidot ähnlichen Mineral (l. c. 281). In den typischen sächsischen Granitporphyren ist oft Chlorit an die Stelle des Augites getreten, nach Rosenbusch. Zs. geol. Ges. 28. 374. 1876.

zogen. Dasselbe gilt für die identen Gesteine, welche bei Altenberg und Frauenstein, Erzgebirge, auftreten. Umwandlung der Hornblende in Chlorit und zwar meist vom Kern aus beobachtete Kalkowsky an dem feinkörnigen Syenit („Scharfensteiner Porphyr“ Cotta [1]) in der Nähe des Schlosses Scharfenstein am rechten Zschopau-Ufer.[2]) K. v. Fritsch fand in den Granititen bei Ilmenau zuweilen ein chloritartiges Mineral in der Form der Hornblende, welches zuletzt in gelblichbraunen Eisenocker übergeht.[3])

Groth fand die Hornblende des Kalkes von St. Philippe, Elsass, ausgebleicht und mit grünen Körnchen erfüllt, weiterhin nehmen diese ab; die Umrisse der Hornblende sind scharf erhalten, sie wird durchsichtig, blassgrün und ist in chloritische Blättchen umgewandelt. An anderen Stellen ist der Umriss der Hornblende ganz verwischt bei Umwandlung in Chloritaggregat.[4]) Nach E. Cohen siedeln sich vorzugsweise auf den Spaltungsdurchgängen der Hornblende der Diorite von Palma chloritische Umänderungsprodukte an, bisweilen ist die Umwandlung in Chlorit vollständig.[5]) Tschermak fand die Hornblende des Dacites von Kisbanya, Siebenbürgen, in eine graue chloritische Substanz umgewandelt,[6]) ein zersetzter Dacit von der Braza bei Zalathna enthält chloritische Hornblendepseudomorphosen in grosser Menge.[7]) Dölter fand dieselbe Umwandlung in vielen Daciten Ungarns und Siebenbürgens; die sonst schwarzgrüne Hornblende wird lauchgrün, weich, faserig.[8]) Hornblende der Grünschiefer des sächsischen Erzgebirges fand E. Geinitz in Chlorit übergehend,[9]) G. R. Credner die in den Grünschiefern von Hainichen;[10]) nach Rosenbusch in Dioriten, Porphyriten, Diabasen häufig.

Schliesslich gehen die zu Chlorit umgewandelten Hornblenden über in ein Gemenge von vorwiegendem Limonit mit Quarz und Karbonaten. Die Hornblende der Granite von Rochesson, Vogesen, fand Rosenbusch in ein Gemenge von Chlorit, Quarz und Kalkspath pseudomorphosirt.[11]) Nach Delesse liefert die Hornblende der Vogesengranite Pseudomorphosen eines wasserhaltigen Silikats von Thonerde, Magnesia und Eisen, das sich leicht mit dem Nagel ritzen lässt.[12])

In den „Iseniten“ („Nosean-Andesiten“) des Westerwaldes in der Umgebung von Härtlingen fand Bertels die Hornblende aussen in ein schmutzig, graubraunes, krystallinisches, strahliges Mineral, Phäactinit (sp. G. 2,997—3,057) umgeändert, das sich leicht und scharf von der unversehrten Hornblende abspalten lässt; ein Beweis, dass die Umwandlung nicht auf den Blätterdurchgängen begann. Die Fasern stehen senkrecht auf den bezüglichen Hornblendeflächen, das Pulver enthält Magneteisen. Die Analyse ergab[13]):

[1]) Jahrb. Min. 1852. 602. — [2]) ib. 1876. 139. cf. p. 148. — [3]) Zs. geol. Ges. 12. 104. 1860. — [4]) Abhandl. zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. 1. Heft 3. 460. 1877. — [5]) Jahrb. Miner. 1876. 751. — [6]) Wien. Akad. Ber. 55. 298. 1867. — [7]) ib. 301. — [8]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 66. — [9]) ib. 1876. 198. 200. 201. 205. 206. — [10]) Zs. ges. Naturw. Bd. 46. 1876. — [11]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gesteine. 1877. 17. — [12]) Ann. min. (5) 3. 405. 1853. — [13]) Verhand. d. Würzburger phys. med. Ges. N. F. Bd. 8. 1874 und Jahrb. Miner. 1874. 874. Vergl. Rosenbusch. Mikr. Phys. d. massigen Gest. 1877. 313, wonach Nosean fehlt.

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	MnO	MgO	CaO	Wasser	
32,78	15,60	29,90	2,98	1,15	4,90	6,74	7,51	= 101,56

Sandberger fand die Hornblendeleistchen des Porphyrites von Bockenau in ein strahliges Umwandlungsprodukt gehüllt, welches dem Phäactinit durchaus ähnlich ist.

Blum beschreibt aus Arendal Hornblende mehr oder minder in Epidot umgewandelt, wodurch die Schärfe der Form gelitten hat. Die Pseudomorphosen sind sehr porös. Im Hornblendegneiss von Auerbach, Bergstrasse, sah er die Hornblende zum Theil in Epidot umgewandelt, ähnlich im Syenit des Birkenauer Thales bei Weinheim, Baden.[1]) Dölter[2]) sah dieselbe Umwandlung in quarzführenden Andesiten in Ungarn und Siebenbürgen, makroskopisch nur im Dacit von Meregyo, Siebenbürgen, Zirkel in den Ophiten der Pyrenäen,[3]) v. Zepharovich in den Hornblendeschiefern von Zöptau, wo die Umwandlung zu Epidotnadeln entweder unmittelbar oder durch Amianth vermittelt war. Als Nebenprodukt der Umbildung zeigt sich Quarz.[4]) Auch auf der Insel Hochland scheint die Hornblende des Diorites der Umwandlung in Epidot zu unterliegen nach Lemberg (s. Oligoklas).

In Dünnschliffen des syenitischen Granitporphyrs zwischen Bingham und Tooelle Cañons, Oquirrh Mountains, Utah, fand Zirkel die Hornblende umgewandelt unter Erhaltung der Form in eine Aggregation von Viridit, Kalkspath. Epidot und Magnetit, sämmtlich aus der Hornblende sekundär entstanden.[5]) Aehnlich sind die Hornblenden des Diorites aus dem Südwestende des Winnemucca Peak, Nevada, in Viridit, Epidot und Calcit umgeändert, zum Theil in concentrisch strahligen Epidot mit Umrissen der Hornblende.[6]) Typische Propylite von Ophir Ravine, Washoe, zeigen die Hornblendekrystalle ganz in lebhaftgelben Epidot umgewandelt, unter Erhaltung der Hornblendeform.[7]) In den Grünschiefern von Thierfeld bei Hartenstein, Sachsen, fand E. Geinitz die Hornblendenadeln vielfach in Epidot umgesetzt,[8]) Kalkowsky in den Grünschiefern Schlesiens.[9]) In den Syeniten (so in denen des Plauenschen Grundes und von Blansko) ist die Umwandlung in Epidot häufig zu sehen, nach Rosenbusch auch, wenngleich seltener als Umwandlung in Chlorit, in den Dioriten und Diabasen.[10])

Vrba beschreibt ein dem Epidot nahestehendes Umwandlungsprodukt (sp. G. 3,446) der Hornblende aus Hornblendegranit von Kingkigtok, Grönland. Belohoubek[11]) fand darin:

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
38,10	10,73	17,57	8,87	21,46	2,25	1,08	0,48	= 100,49

Bei der Umwandlung in Epidot muss der Magnesiagehalt der Hornblende

[1]) Pseudom. III. 131. — [2]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 66. — [3]) Zs. geol. Ges. 19. 121. 1867. — [4]) Mineral. Lex. f. Oesterreich. II. 123. — [5]) U. S. geol. explor. of the fortieth parallel. Vol. VI. Microscop. petrography. 1876. 67. — [6]) l. c. 89. — [7]) l. c. 113. — [8]) Tschermak. Miner. Mitth. 1876. 201. — [9]) ib. 102. — [10]) Mikrosk. Physiogr. der massigen Gesteine. 1877. 265. 333. — [11]) Wiener Akad. Ber. (1. Abth.) 69. 96. 1874.

fortgeführt sein; Ausscheidung von Quarz und Calcit ist häufig dabei zu beobachten.[1])

Vollständige oder theilweise Ersetzung der Hornblende durch Magneteisen erwähnt Tschermak von der Einsiedelei und von Nesdenitz bei Banow, Mähren.[2]) Bei verwitterten Hornblendekrystallen in Andesiten sah Dölter häufig einen Rand von Magnetit.[3]) In Trachyten meint man echte Pseudomorphosen von kleineren Hornblenden in Magnetit zu erblicken nach Rosenbusch.[4])

Complicirte Verwitterung der Augite.

Thonerdehaltige Augite (und augitische Gesteine) liefern ein grünes, wasserhaltiges Verwitterungsprodukt, Grünerde, dessen Zusammensetzung, wie die folgenden Analysen zeigen, sehr wechselt. Der Gehalt an Kalk und Magnesia ist geringer als im Augit; wenn nicht später wieder ausgelaugt, ist ein Theil des Kalkes als Karbonat beigemengt. Eisenoxyde und Alkalien, aus den begleitenden Mineralien herrührend, und Wasser sind zugetreten. Thonerde und Kieselsäure scheinen bald zu- bald fortgeführt zu werden. Häufig ist die Form der Augite erhalten, so dass Pseudomorphosen in Grünerde entstehen, namentlich wenn die äusserste Schicht der Grünerde erhalten blieb. Oft bilden sich an Stelle des verwitterten Augites von Grünerde umgebene Kalkspathknollen, so dass eine von der echten zu unterscheidende Mandelsteinstruktur entsteht; während hier in den durch Verwitterung entstandenen Hohlräumen Ausscheidungen statthatten, werden bei den echten Mandelsteinen die schon bei Entstehung des Gesteins gebildeten Hohlräume mit Auslaugungsprodukten erfüllt.

Die Verwitterung der Augite zu Grünerde beginnt von aussen und dringt besonders auf den Blätterdurchgängen vor. Grünerde und Kalkspath, oft beide mit Magnetitkrystallen, finden sich in den verschiedensten Mengenverhältnissen, so dass endlich Pseudomorphosen von Augit in Kalkspath entstehen. Ein Theil des aus den Augiten ausgelaugten Kalkkarbonates findet sich in den Gesteinsklüften abgesetzt.

Pseudomorphosen in Grünerde finden sich am Lake superior; in den Melaphyren von Tekerö, Siebenbürgen, nach Breithaupt;[5]) in den Augitporphyren des Fassathales[6]) neben solchen, die nur innen aus Grünerde, im Uebrigen aus feinkörnigem Kalkspath gebildet werden. In Tekerö kommen Pseudomorphosen vor, die aus grünlichgelbem feinkörnigem Kalk bestehen. Sie lassen bei Behandlung mit verdünnter Säure etwas erdiges Brauneisen und bräunliches oder grünliches eisenhaltiges Silikat zurück.[7]) Blum fand in den Augitporphyren von Fassa fast ganz aus Kalkspath neben etwas Grünerde, Magneteisen und Augit bestehende, lichtgrünlichweisse Pseudomorphosen. Auch in Diabasporphyr von Morette, Val Godemar, Dauphiné, sind alle Augite mehr oder weniger verändert und theilweise zu Kalkkarbonat geworden.[8]) Pumpelly fand

[1]) Rosenbusch. l. c. 119. — [2]) Jahrb. Reichsanst. 9. 76. 1858. — [3]) Tschermak. Min. Mitth. 1873. 66. — [4]) l. c. 183. cf. 184. Trachyt von Tepla in Ungarn. — [5]) Jahrb. Miner. 1853. 837 = Blum. Pseudom. III. 194. — [6]) Blum. Pseudom. 207. III. 210. Vgl. auch von Richthofen. Wien. Akad. Ber. 27. 381 und 373. 1857 und E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 475 und Lemberg. Zs. geol. Ges. 29. 495. 1877. — [7]) Tschermak. Wiener Akad. Ber. 46. 486. 1862 = Blum. Pseudom. III. 279. — [8]) Blum. Pseudom. III. 210.

dasselbe an den Augiten der Gesteine am Lake superior.[1]) Ausfüllung von Hohlräumen, wo früher Augit sass, mit kleinen, von Grünerde umgebenen Kalkspathknollen findet sich in dem Augitporphyr von Holmestrand,[2]) von Marienberg, Tyrol (Geinitz l. c.) u. a. O.

Aus dem Augit gehen also zu gleicher Zeit Grünerde, Kalkspath und Magnetit hervor. Die ungleiche Menge der beiden ersten Mineralien in den Pseudomorphosen erklärt sich durch Fortführung in Lösung, für welche die Absätze in den Hohlräumen den Beweis liefern. Durch complicirte Verwitterung können aus dem Augit lauter lösliche Substanzen hervorgehen.

	1	2	2a	3	4	5	6	7	8	9
SiO^2	45,87	39,48	42,32	51,25	46,44	43,50	41,0	52,20	60,09	56,52
$\overset{\cdots}{\text{Al}}$	11,18	10,31	11,05	7,25	15,07	16,61	3,0	4,94	5,38	20,49
$\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}$	24,63	8,94	9,68	nichtbest.	19,54	8,88	—	nichtbest.	nichtbest.	—
FeO	s. Fe^2O^3	15,66	16,79	20,72	—	12,63*	23,4	25,62	15,72	2,67
MgO	0,28	1,70	1,82	5,98	5,84	6,66	2,3	4,28	4,95	5,94
CaO	1,30	—	9,16	—	0,55	Spur	8,2	1,39	0,10	0,93
Na^2O	5,59	4,41	4,73	1,92	0,62	0,69	—	—	2,51	3,32
K^2O				6,21	3,67	3,14	3,0	6,06	5,04	3,88
Wasser	9,82	4,24	4,55	6,67	8,27	7,15	19,8**)	5,80	4,44	7,40
$CaOCO^2$	—	15,86	—	—	—	—	—	—	—	—
	98,80	100,00	100,00	100,00	100,00	99,26	100,2	99,69	98,13	101,15

*) Darin 0,80 pCt. MnO.

**) Wasser und Kohlensäure.

[1]) Pr. Am. Acad. of arts and sc. 13. 268. 1878. — [2]) Kjerulf. Christianiasilurbecken. 1855. 21.

1. Fassathal. Grün. Augitform. Rammelsberg. Pogg. Ann. 49. 392. 1840 und Handb. Mineralchem. 1860. 490.

2. Fassathal. Grün. Augitform. Rammelsberg. Pogg. Ann. 49. 392. 1840.

2a. Fassathal. $CaO\,CO^2$ auf CaO ber. O mit nur $FeO = 10{,}_{20}$. $5{,}_{13}$. $22{,}_{57}$.

3. Monte Baldo, Bentonico. Aus Mandelstein, sp. G. $2{,}_{907}$. Delesse. Ann. min. (4) 14. 84. 1848 und Jahrb. Miner. 1848. 546.

4. Bufaure. Augitform meist gut erhalten. Augit in Gemenge von Kalkkarbonat, dessen Menge nicht angegeben ist, und Grünerde umgewandelt. Augit analysirt mit $3{,}_{81}$ pCt. $\dddot{A}l$. Lemberg. Zs. geol. Ges. 29. 495. 1877.

5. Framont. In Augitgranatgestein und mit Eisenglanz. Delesse. Ann. min. (5) 4. 353. 1853.

6. Kaden, Böhmen. Aus Basalttuff. K. von Hauer. Jahrb. geol. R. 7. 846. 1856.

7. Berufjord, Island. Aus Dolerit-Mandelstein. Mittel. Sartorius von Waltershausen. Vulk. Gest. Islands. 302.

8. Eskifjord, Island. Aus Dolerit. Nicht homogen. Sartorius l. c. 305. Sp. G. $2{,}_{677}$.

9. Oberer See, U. S. In Kalk eingewachsen. Licht- bis dunkelgrün, matt, sp. G. $2{,}_{495}$. Pisani. Des Cloizeaux, Minér. I. 550. Jahrb. Miner. 1863. 366.

Innen krystallinisch körniger Epidot („Epidot nach Palaeoepidot", Scheerer), nach Blum Epidot nach Augit, findet sich in Arendal.[1]) Blum fand Epidot und Quarz pseudomorph nach Fassait am Monzoni. Hier bildete sich zuerst eine Rinde von Quarz, welche die Form des früheren Krystalls erhalten hat. Einige Pseudomorphosen zeigen von aussen nach innen mehrere ganz dünne abwechselnde Lagen von Quarz und Epidot und einen Kern von Epidot, andere innen ein Gemenge von Quarz und Epidot, selten ist innen nur Epidot vorhanden. Das Gemenge von Quarz und Epidot ist körnig und porös, meist herrscht der Epidot vor und zeigt die bekannte strahligstengelige Anordnung. Auf mehreren der Pseudomorphosen und im Innern einiger sitzen Eisenkieskrystalle, welche zum Theil oder ganz in Brauneisen umgewandelt sind.[2]) Bei Forno, Monzoni, im Augitporphyr beobachtete Lemberg die Umwandlung von Augit in Epidot.[3]) In dem Augitporphyr, der in ein Gemenge von Epidot und rosafarbenem Zeolith (Laumontit?) umgeändert war, enthielt ein sehr veränderter Augit

SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	MgO	CaO	Wasser	
$46{,}_{69}$	$8{,}_{50}$	$11{,}_{16}$	$11{,}_{66}$	$20{,}_{08}$	$11{,}_{91}$	= 100.

Die allmähliche Umwandlung in Epidot liess sich im Dünnschliff sehr gut beobachten. Grössere Epidotkörner ergaben:

[1]) Pogg. Ann. 91. 388. 1854 = Blum. Pseudom. III. 130. — [2]) Jahrb. Miner. 1864. 41. — [3]) Zs. geol. Ges. 29. 498. 1877. Aus dem Augitporphyr entsteht ein Gemenge von Epidot und Quarz, in dem sich die sehr veränderten Augite noch erkennen lassen, oder in dem sehr mürben Umwandlungsprodukt findet sich neben Epidot ein Zeolith (Laumontit?).

SiO^2	$\ddot{\text{Al}}$	$\dddot{\text{Fe}}$	Mg O	Ca O	Wasser	
38,24	22,29	14,29	2,23	20,06	1,94	= 100,05.

d. h. Epidotzusammensetzung.

Bei dem verwickelten Vorgang wird die Magnesia des Augites fast ganz entfernt. Kalk ist im letzteren Falle zugeführt, wie die Analyse des Gesteins ergiebt. Epidot ist ärmer an Kieselsäure als Augit und Fassait.

Blum fand die Uralite der Augitporphyre von Predazzo in Epidot umgewandelt. Die Umwandlung beginnt im Innern der Uralite. Zuweilen umgibt noch eine dünne Epidotrinde das Epidotaggregat, verschwindet aber endlich ebenfalls. Bisweilen ist auch rother Granat beigemengt, Kalkspath fehlt nie, selbst Quarz kommt vor. Epidot bildet in grünen, meist feinstengeligen, selten körnigen Aggregaten entweder allein oder mit Granat, mit Kalkspath oder mit beiden zugleich gemengt diese Pseudomorphosen; zuweilen tritt auch Quarz hinzu.[1]) Umwandlung von Augit in Epidot sah Kalkowsky in den grünen Schiefern Niederschlesiens,[2]) Rosenbusch in den Diabasen des Ochsenkopfes, Fichtelgebirge.[3])

Manche Uralite von Predazzo ändern sich (ähnlich wie die Grundmasse) um in ein Gemenge von Epidot und Amianth, endlich verschwindet der letztere ganz. An die Stelle der Augite oder Uralite tritt, ohne den Raum ganz zu erfüllen, Epidot und Quarz, von denen der erstere gewöhnlich vorherrscht. In den inneren Hohlraum ragen die Kryställchen von Epidot und Quarz hinein.[4]) Svedmark fand den Uralit von Vaksala bei Upsala häufig in Epidot umgewandelt.[5])

Umwandlung des Augites der Glimmer erwähnt Blum aus dem Fassathal[6]) und von Monroe, Orange Co., New-York,[7]) Tschermak aus den Tescheniten.[8]) In den Tuffen der Alpe Ciaplaja am Monte Creppa und an anderen Punkten in Südtyrol fand von Richthofen die rissigen Augite in Rubellan umgewandelt. Die Umwandlung beginnt an vielen Punkten von innen heraus, es entstehen rothe Glimmerblättchen, endlich ist der ganze Krystall in eine rothe Masse mit scharfkantigen Umrissen verwandelt.[9])

Fassait in Disterrit (Brandisit $= 6\,RO + 4\,\ddot{Al} + 3\,SiO^2 + 2\,aq$; RO wesentlich Mg O, mit 43,22 pCt. $\ddot{\text{Al}}$) umgewandelt erwähnt A. Müller von Monzoni.[10]) Kieselsäure und Kalk sind entfernt worden, der Gehalt an Thonerde und Magnesia hat zugenommen, Wasser ist eingetreten.

Umwandlung von Augit in chloritische Substanz kommt häufig vor. Chlorit umsäumt die Augite und durchzieht sie innen als Geflecht. Pseudomorphosen sind sparsam, meist ist die Form der Augite verwischt. Zirkel fand Pseudomorphosen im Diabas von Linde bei Kohren,[11]) Kosmann[12]) im Melaphyr von

[1]) Jahrb. Miner. 1862. 429. — [2]) Tschermak. Miner. Mitth. 1876. 99. — [3]) Mikrosk. Physiograph. d. massigen Gest. 1877. 332. — [4]) Blum. Jahrb. Miner. 1862. 430. — [5]) Jahrb. Miner. 1877. 100. — [6]) Pseudom. I. 31. — [7]) ib. III. 93. — [8]) Porphyrgest. Oesterr. p. 264. — [9]) Wiener Akad. Ber. 27. 335. 1858 = Blum. III. 96. — [10]) Blum. Pseudom. III. 94 = Jahrb. Miner. 1858. 692. — [11]) Mikrosk. Beschaffenheit der Mineral und Gest. 1873. 108. — [12]) Verhandl. naturhist. Ver. Rh. Westf. 25. 276. 1868.

Spiemont, Kalkowsky Umwandlung in grünen Schiefern Niederschlesiens,[1]) Rosenbusch in den dichten Syeniten von Hochfeld, Vogesen, in den Augit- und Glimmersyeniten, Glimmerdioriten, in Diabasen, Melaphyren, Pikriten, in den Augitandesiten Ungarns u. s. w., vom Rath in den schemnitzer Grünsteinporphyren (Propyliten), Vrba in den Diabasen Südgrönlands.[2]) Viridit. Collectivnamen für grüne, wasserhaltige, faserige oder schuppige, aus Verwitterung des Augites hervorgegangene Magnesia-Eisenoxydulsilikate, fand Dathe in Diabasen, so in dem Diabas von Bösenbrunn, Voigtland; bisweilen erscheint der Viridit als Pseudomorphose nach Augit.[3]) Ausscheidung von Magneteisen, das wieder zu Eisenoxydhydrat verwittert. ist dabei allgemeine Erscheinung. Die abgeschiedene Kieselsäure findet sich zum Theil als Quarz, der Kalk als Kalkspath wieder.[4])

Hierher mag auch der Delessit gestellt werden und der Diabantachronnyn[5]) wenn man diesen mit Kenngott nicht mit Chlorit geradezu vereint,[6]) ferner der Grengesit, Aphrosiderit, Euralit.

	Mittel der Delessitanalysen.	Grengesit.	Mittel der Diabantachronnynanalysen.	Aphrosiderit.[7])	Euralit.[8])
SiO^2	30,1	27,81	31,29	23,67	33,68
$\ddot{\ddot{A}}l$	17,4	14,31	11,58	24,26	12,15
$\ddot{\ddot{F}}e$	} 21,6	—	—	8,17	6,80
Fe O		25,63	24,39	29,41	15,66
Mg O	17,0	14,31	22,58	1,75	17,92
Ca O	0,5	—	—	1,28	1,34
Wasser	12,3	12,55	10,15	8,83	11,49
	98,9	Mn O 2,18	99,99	C O² 1,01	—
		96,79		98,38	99,04

Kalkspath begleitet den Delessit häufig, namentlich in den Melaphyren (Zwickau); Pistazit im Viridit der Diabase fand Dathe auf. (l. c.) Im Hornblendeandesit vom Monte di Ferro di gran Pietra, Euganeen, fand Rosenbusch Augit in Delessitaggregate umgewandelt.[9])

Der Euralit füllt dünne Spalten in einem gabbroartigen Gestein des Kirchspiels Eura, Finnland, als schwarzes oder dunkelgrünes Mineral.

Nach A. Erdmann entsteht der Grengesit vom Grängesberg, Dalecarlien, Schweden, wahrscheinlich aus Augit.[10])

Krystalle, welche mit der Form des Augites die Struktur und die Spaltbarkeit der Hornblende verbinden, hat G. Rose Uralit genannt, weil er sie zuerst am Ural auffand. Zuweilen, wie bei Muldakajewa bei Miask, kommen regelmässige Verwachsungen von Uralit und Augit vor, so dass schwärzlichgrüner Uralit Kerne von lichtgrünem Augit enthält. Die Spaltungsflächen beider

[1]) Tschermak. Miner. Mitth. 1876. 99. — [2]) Wiener Akad. Ber. 69. 115. 1874. — [3]) Zs. geol. Ges. 26. 16. 1874. — [4]) ib. 29 und ff. — [5]) Liebe. Jahrb. Miner. 1870. 11 und ff. — [6]) Jahrb. Miner. 1871. 51. — [7]) Nies. Jahrb. Miner. 1873. 321. Von Weilburg. — [8]) Wiik. ib. 1869. 357. — [9]) Mikrosk. Phys. d. mass. Gest. 1877. 300. — [10]) Dana. Miner. 502.

liegen in einer Zone und die Augitflächen sind den äusseren Flächen des Uralites parallel. Der Augit ist in Hornblende umgeändert. Meist bestehen die Uralite aus faserigen, unter sich und zur Hauptaxe des Augits parallelen Individuen, welche auf den Spaltungsflächen seidenartigen Schimmer zeigen; bisweilen sind, wie bei Pyschminsk, die Individuen excentrisch oder verworren faserig ausgebildet, und die regelmässigen Spaltungsflächen fehlen.[1]) Unregelmässig vertheilte Augitkerne in Uralitdurchschnitten sah Svedmark im Uralit von Vaksala bei Upsala; der Uralit erscheint nur höchst selten faserig.[2])

In den folgenden Analysen wechselt die Zusammensetzung des Uralites stark, namentlich im Thonerdegehalt; auch der Wassergehalt, die geringere Härte, die Nichtübereinstimmung mit der Hornblendeformel $R\,O\,Si\,O^2 + n\,\dddot{Al}$ zeigen, dass nicht frisches Mineral analysirt wurde. Auch bei dem hierhergerechneten Traversellit und Pitkärandit (s. S. 130 thonerdefreie Mineralien) tritt die Nichtübereinstimmung mit der Hornblendeformel hervor.

Uralit von Baltymsee bei Katharinenburg:

1 Kudernatsch. Pogg. Ann. 37. 586. 1836.

2 Rammelsberg. Mineralchem. 421. sp. G. $3{,}_{143}$. Kein Eisenoxyd.

Uralit von Pastogrande, Chile:

3 Domeyko. Ann. min. (4) 9. 407. 1846. sp. G. $3{,}_{179}$.

Uralit der Schlegeler Berge bei Neurode:

4 vom Rath. Pogg. Ann. 95. 558. 1855. sp. G. $3{.}_{273}$. Alkali Spur.

	1	0	2	0	3	4	0
$Si\,O^2$	53,05	28,29	50,75	27,07	41,9	48,70	25,97
$\dddot{Al}$	4,56	2,13	5,65	2,64	16,6	0,82	0,38
$\dddot{Fe}$	—		—	—	—	—	
Fe O	16,37	3,64	16,48	3,66	11,7	25,21	5,60
Mn O	Spur		0,79	0,18	1,6	—	—
Mg O	12,90	5,16	12,28	4,91	15,4	12,01	4,80
Ca O	12,47	3,56	11,59	3,31	11,6	11,25	3,21
Wasser	—		1,80		1,2	1,01	
	99,35		99,34		100,0	99,00	

Nach Forchhammer, G. Rose und Svedmark wird bei der Umwandlung des Augites in Uralit oft Magneteisen,[3]) und nicht selten Kalkspath zwischen den Hornblendesäulchen ausgeschieden. Nach von Richhofen brausen die Uralite in Südtyrol stark mit Säuren.

In älteren Augitgesteinen sind Uralite an vielen Orten nachgewiesen: Arendal; Listuen bei Bogstad-Vand, Norwegen; Vaksala bei Upsala; in Diabasen des Monzoni;[4]) selten in Melaphyren; am Zobten (G. Rose), in grünen Schiefern bei Altenberg, Schlesien, (G. Rose), Cornwall (Phillips); in dem Kalklager

[1]) Reise nach dem Ural. II. 342 und ff. cf. Blum. Pseud. 15 und III. 151. — [2]) Jahrb. Miner. 1877. 100. — [3]) Zs. geol. Ges. 16. 6. 1864; Svedmark. Jahrb. Miner. 1877. 99. — [4]) vom Rath und Rosenbusch. Zs. geol. Ges. 27. 763 und ff. 1875.

von St. Philippe, Elsass, und seinen Fortsetzungen (Groth) u. s. w. Auch in jüngeren Eruptivgesteinen ist Uralit beobachtet.

Die Umwandlung der Augite in den Diabasen beginnt nach Rosenbusch gewöhnlich mit Ausbildung vertikaler Faserung, die sich oft zu wohl bestimmbarem Uralit gestaltet. Die Umwandlung beginnt von aussen; seltener ist die Umwandlung der Art, dass Säulen von Augit und Uralit parallel der aufrechten Axe alterniren. Bei weiterer Umwandlung wird der Uralit gewöhnlich zu Chlorit und dieser endlich zu einem Gemenge von Brauneisen, Quarz und Karbonaten.[1]) Auch Augit der Diorite geht erst in Uralit, dann in Chlorit über,[2]) Augit der Melaphyre wird selten in Uralit verwandelt (Baumholder, Dreisbach a. d. Saar).[3]) Bei allen untersuchten Uralitgesteinen, besonders häufig bei dem von Jarewo und ausnahmslos im sog. Uralitporphyr von Viezena fand Rosenbusch Umwandlung in eine chloritische Substanz.[4]) Von aussen beginnende und endlich vollständige Umwandlung der Uralite in eine graue pulvrige Substanz beobachtete Phillips im Uralitgestein des Mawddachthals bei Dolgelly, Cornwall.[5])

Umwandlung des Uralites in Epidot s. Augit.

Lichtgrünen durchsichtigen Augit von Warwick, Orange Co., New-York, fand vom Rath mit bräunlichgelber Verwitterungsrinde überzogen; auf den verwitterten Flächen der horizontalen Zone bringen frische Hornblenden einen seidenähnlichen Schimmer hervor; also dieselbe Erscheinung wie beim Uralit.[6]) Ueber eine ähnliche Umänderung eines wahrscheinlich aus der Gegend von Schwarzenberg stammenden Augites gibt Blum Nachricht und theilt eine von Carius angestellte Analyse mit.[7])

Blum erwähnt nach Maier Umwandlung von Augit in eine jaspisähnliche Substanz vom Wolfsberg bei Cernossin. Die Form ist scharf erhalten, die Pseudomorphosen sind aussen braun, an Ecken und Kanten heller gefärbt, vor dem Löthrohr unschmelzbar und härter als Orthoklas. Im Innern ist keine Spaltung erhalten, man erhält muschlige Bruchflächen; die Masse ist porös. Die Krystalle sitzen auf Hornblende, welche weniger von der Umwandlung berührt wurde.[8])

Opal nach Augit erwähnt Tschermak aus demselben Gestein (quarzarmer Porphyr) südlich von Elbingerode, welches die Pinitpseudomorphosen liefert.[9])

Hyalit nach Augit, in allen Stadien der Ersetzung von einfacher Umhüllung bis zum gänzlichen Verschwinden des Augites, fand Grandjean in Klüften des Basaltes bei Neunkirchen, Nassau.[10])

Seltener findet sich Quarz in echten Pseudomorphosen nach Augit; der Quarz ist faserig im Sinne der aufrechten Axe des Augites. Von Rosenbusch in Diabasen beobachtet.[11])

[1]) Mikrosk. Physiogr. der massigen Gest. 1877. 331. — [2]) ib. 266. — [3]) ib. 394. — [4]) Mikrosk. Physiogr. der Miner. 1873. 317. — [5]) Quart. J. geol. 1877. 428. — [6]) Pogg. Ann. 111. 263. 1860. — [7]) Pseudom. III. 160. — [8]) Blum. Pseudom. III. 49. — [9]) Wiener Akad. Ber. 46. 484. 1842 = Blum. Pseudom. III. 284. — [10]) Jahrb. Naturkunde. Nassau. 7. 220. 1851. cf. ib. 235. — [11]) Mikrosk. Beschaffenheit d. massigen Gest. 1877. 331.

Theilweise oder vollständige Umwandlung von Augit in Magneteisen fand Tschermak in den Trachyten von der Einsiedelei bei Banow und Nezdenitz, Mähren;[1]) im Nephelinit von Meiches und im Diabas von Linde bei Kohren, Sachsen.[2]) Theilweise Umwandlung des Augites im Trachyt von Komnia, Mähren, in Schwefelkies scheint nach Tschermak erst aus Umwandlung in Magneteisen entstanden zu sein.[3]) Zirkel hält die in Basalten vorkommenden Gebilde, bei denen der Umriss der Augitkrystalle durch Zeilen aneinander gereihter Magneteisenkörner ausgedrückt wird, während das Innere ein Aggregat verschiedener Gesteinsgemengtheile darbietet, nicht für Produkte der Umwandlung.[4])

In Augit-Andesiten von Nagy-Banya und in den Gesteinen vom Czik Magos, Siebenbürgen, fand Rosenbusch Anhäufung von Magnetitkörnchen in der Form von Augitkrystallen.[5])

Umänderungen des Leucites.

Leucitkrystalle der Rocca Monfina fand Rammelsberg[6]) in eine überwiegende, weiche, weisse, kaolinähnliche Masse b umgewandelt, welche viele harte durchscheinende Körner a enthielt. Aehnlich wie b sind nach Stamm[7]) die erdigen, gelblichweissen, verwitterten Leucite des Leucitophyrs vom Eichberge bei Rothweil (und Oberbergen), Kaiserstuhl, zusammengesetzt c.

	a	b	c	d
SiO^2	$53,_{32}$*	$53,_{39}$	$54,_{02}$	$54,_{47}$
$\dddot{Al}$	$26,_{25}$	$25,_{07}$	$22,_{54}$	$23,_{29}$
$\dddot{Fe}$	—	—	$1,_{35}$	—
Mg O	—	—	$0,_{57}$	—
Ca O	$0,_{66}$	$0,_{28}$	$2,_{91}$	—
Na^2O	$8,_{76}$	$11,_{94}$	$10,_{13}$	$14,_{07}$
K^2O	$1,_{98}$	$0,_{64}$	$0,_{71}$	—
Wasser	$9,_{03}$	$9,_{26}$	$8,_{93}$	$8,_{17}$
	100	$100,_{58}$	$101,_{16}$	100

In den ganzen Krystallen der Rocca Monfina wechselt nach Rammelsberg der Wassergehalt zwischen $6,_{27}$ und $10,_{10}$ pCt. In a, b, c ist für das fortgeführte Kali Natron eingetreten, daneben Wasser, so dass die Zusammensetzung von b und c sich der des Analcims (d) nähert. Unter dem Mikroskop

[1]) Jahrb. Reichsanst. 9. 76. 1858. cf. Neminar in Tschermak. Min. Mitth. 1876. 149. — [2]) Wiener Akad. Ber. 46. 485. 1862 = Blum. Pseudom. III. 280. Für Meiches von Knop (Jahrb. Miner. 1865. 683) in Abrede gestellt. — [3]) ib. = Blum. III. 279. — [4]) Mikrosk. Beschaffenheit der Mineralien. 1873. 177. — [5]) Mikrosk. Physiogr. der massigen Gest. 1877. 412. Die Erscheinung, dass in manchen Gesteinen der Raum eines Augitdurchschnitts von vorwiegendem Magnetit durch nur wenig Augitmasse verkittet ausgefüllt wird, ist wohl als ursprüngliche Bildung anzusehen. ib. 429. — [6]) Handb. Mineralchem. 1860. 647 und 1875. 444. — [7]) Ann. Chem. Pharm. 99. 287. 1856; cf Blum. Jhb. Min. 1858. 291 und Pseudom. III. 106. Die Analyse von Schill (Jhb. Miner. 1855. 560) gibt $5,_{61}$ pCt. CaO und $13,_{60}$ K^2O ohne Natron.

fand G. Rose[1]) in beiden verwitterten Leuciten keine krystallinische Beschaffenheit.

Als Lemberg Leucitpulver mit Kochsalzlösung bei 180—195° erhitzte, hatte der abgeschlämmte Antheil die Zusammensetzung des Analcims; bei gewöhnlicher Temperatur wurde nur ein Theil des Leucites in Analcim umgewandelt.[2]) Analcim, natürlicher wie künstlicher, wurde durch Kalisalze wieder in Leucit übergeführt.[3])

Aus verwittertem Leucitbasalt[4]) (a) von Oberwiesenthal, Erzgebirge, stammen umgeänderte Leucite, deren Analyse nach Bergemann[5]) (b), nach Carius[6]) (c) ergab.

		sp. G. $2{,}_{56}$	sp. G. $2{,}_{61}$ Blum.
	a	b	c
$Si O^2$	$53{,}_{27}$	$60{,}_{46}$	$58{,}_{60}$
$\ddot{\ddot{A}}l$	$20{,}_{30}$	$22{,}_{11}$	$20{,}_{71}$
$\ddot{\ddot{F}}e$	$8{,}_{23}$	Fe O $1{,}_{98}$	$\ddot{\ddot{F}}e$ $5{,}_{54}$
Ba O	$0{,}_{28}$	—	—
Mg O	$0{,}_{56}$	$1{,}_{22}$	$1{,}_{62}$
Ca O	—	Spur	Spur
$Na^2 O$	Spur	$0{,}_{52}$	$9{,}_{28}$
$K^2 O$	$11{,}_{06}$	$13{,}_{58}$	$2{,}_{78}$
Wasser	$5{,}_{50}$	$1{,}_{22}$	$1{,}_{75}$
	$99{,}_{20}$	$101{,}_{04}$	$100{,}_{28}$

Etwas frischeres Gestein als Rammelsberg analysirte Kühn,[7]) der etwa 56 pCt. $Si O^2$; 21 pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$; 5 pCt. $\ddot{\ddot{F}}e$; $0{,}_5$ pCt. Mg O; $1{,}_5$ pCt. Ca O; 14—15 pCt. $K^2 O$ und $1{,}_5$—2 pCt. Wasser fand. Ebenso fand er die veränderten Leucite zusammengesetzt, deren specifisches Gewicht er zu $2{,}_{557}$ bestimmte. Ihre Zusammensetzung und ihr Natrongehalt ist darnach wechselnd.

Das Gestein a giebt nach Rammelsberg an concentrirte Salzsäure ab $8{,}_{23}$ pCt. Eisenoxyd, etwas Thonerde, $0{,}_{22}$ pCt. Magnesia, und der Rückstand ($85{,}_{25}$ pCt., fast weiss) enthielt in 100 Theile $62{,}_{49}$ pCt. $Si O^2$; $23{,}_{81}$ pCt. $\ddot{\ddot{A}}l$; $0{,}_{31}$ pCt. Ba O; $0{,}_{40}$ pCt. Mg O und $12{,}_{97}$ pCt. $K^2 O$; O von $\ddot{\ddot{A}}l : Si O^2 = 1 : 3$. Die Analyse a hat grosse Aehnlichkeit (bis auf den hier fehlenden Kalkgehalt) mit der Analyse des verwitterten Leucitnoseangesteins von Rieden.

Die sehr regelmässigen und scharfkantigen, aussen feinkörnig drusigen Pseudomorphosen bilden ein feinkörniges poröses Aggregat von Krystallen, verhalten sich vor dem Löthrohr wie Orthoklas und geben nach Bergemann an Salzsäure $5{,}_{96}$ pCt. (wesentlich Kieselsäure und Thonerde ab). O von b $= 3{,}_{36} : 10{,}_{30} : 32{,}_{25} = 0{,}_{98} : 3 : 9{,}_4$. Nach Blum rührt das Eisenoxyd in c von eingesprengtem Brauneisen her, das nach seiner Würfelgestalt aus

[1]) Zs. geol. Ges. 10. 95. 1858. vgl. auch Zirkel. Mikrosk. Beschaffenheit der Mineralien. 154. — [2]) Zs. geol. Ges. 28. 537. 1876. — [3]) l. c. 539. — [4]) Rammelsberg. Zs. geol. Ges. 13. 97. 1861. — [5]) J. pr. Chem. 80. 418. 1860. — [6]) Blum. Pseudom. III. 75. 1863. — [7]) Naumann. Jahrb. Miner. 1861. 59. Nach Kühn lässt sich der Wassergehalt erst über 210° austreiben.

Eisenkies entstand. O von c = $3,_{52} : 11,_{31} : 31,_{25}$; ohne $\dddot{Fe}$ $3,_{52} : 9,_{65} : 31,_{25} = 1,_{1} : 3 : 9,_{7}$. Man sieht aus der Verschiedenheit des Natrongehaltes, dass b ein früheres Stadium der Veränderung ausdrückt als c.

Zirkel fand die Dünnschliffe der Leucitoeder aus einer mit Eisenoxydhydrat durchsprenkelten, lichtgraulichen, durchaus doppeltbrechenden Masse bestehend, welche schmutziggraue Kryställchen, wohl von Nosean, enthält. Auch in der Grundmasse kommt Nosean vor. Farbenstreifung der triklinen Feldspäthe zeigen die Pseudomorphosen nicht.[1]) E. Geinitz sah in die Drusenräumen derselben weissliche Krystallspitzen und Eisenglanzkrystalle hineinragen; ausserdem enthält die Masse Kaliglimmer und verwitterte Noseane.[2]) Man darf in Uebereinstimmung mit der mikroskopischen Untersuchung einen sehr bedeutenden Gehalt von Orthoklas in den Pseudomorphosen b annehmen.

Als Lemberg Leucit mit Lösung von $Na^2O\ 4\ SiO^2$ behandelte, enthielt das nicht homogene, lufttrockene Product[3])

SiO^2	$\dddot{Al}$	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
$68,_{95}$	$11,_{82}$	$0,_{20}$	$8,_{54}$	$1,_{01}$	$9,_{48}$	= 100

Es sind Natron und Kieselsäure aufgenommen worden und Thonerde wurde abgegeben. Als er Leucitpulver eine Stunde lang bei Weissgluth mit Chlornatrium bis zum Schmelzen erhitzte, erhielt er einen Natronleucit, der durch Schmelzen mit Chlorkalium wieder Kalileucit gab.[4]) Beide enthielten etwas Chlor.

In Sommagesteinen kommen Krystalle von Leucitform mit sp. G. $2,_{55}$—$2,_{56}$ vor, welche aus Sanidin und Nephelin bestehen. Rammelsberg[5]) fand $40,_{83}$ pCt. in I, $45,_{29}$ pCt. in II in Salzsäure löslich; das Lösliche entspricht ziemlich genau dem Nephelin, genauer nach Abzug eines berechneten natronfreien Sanidins.

I.

	Ganzes.[6])	Lösliches.	Unlösliches.	Nephelin ber.
SiO^2	$57,_{37}$	$45,_{04}$	$67,_{48}$	$43,_{45}$
$\dddot{Al}$	$24,_{25}$	$29,_{66}$	$19,_{77}$	$35,_{38}$
MgO	$0,_{27}$	$0,_{42}$	—	$0,_{78}$
CaO	$1,_{28}$	$1,_{37}$	$0,_{67}$	$3,_{73}$
Na^2O	$5,_{72}$	$13,_{47}$	$0,_{51}$	$16,_{66}$
K^2O	$11,_{09}$	$10,_{04}$	$11,_{57}$	—
	$99,_{98}$	$100,_{00}$	$100,_{00}$	100

[1]) Pogg. Ann. 136. 545. 1869. — [2]) Jahrb. Miner. 1876. 490. — [3]) Zs. geol. Ges. 28. 543. 1876. Ueber Schwefelsäure entweichen $2,_{36}$ pCt. Wasser. — [4]) ib. 611. — [5]) Handb. d. Mineralchemie. 1875. II. 444 und Pogg. Ann. 98. 154. 1856. — [6]) Mittel aus direkter Analyse und der Summe des Löslichen und Unlöslichen.

II.

	Ganzes.	Lösliches.	Unlösliches.	Nephelin ber.
SiO^2	57,62	52,98	63,24	44,53
$\ddot{A}l$	24,72	27,53	21,05	36.10
CaO	0,55	1,59	—	1,55
Na^2O	6,82	11,59	Spur	17,82
K^2O	10,93	6.31	15,71	—
	100,14	100,00	100,00	100

Ein Gemenge von 2 Mol. Nephelin und 7 Mol. Sanidin hat die Zusammensetzung eines natronhaltigen Leucites:

$$\begin{array}{lll} 2 \text{ Mol. Nephelin} & = & 2\ \overset{I}{R}{}^8 Al^4 Si^9 O^{34} \\ 7 \quad " \quad \text{Sanidin} & = & 7\ \overset{I}{R}{}^2 Al\ Si^6 O^{16} \\ \hline 15 \text{ Mol. Leucit} & = & 15\ \overset{I}{R}{}^2\ Al\ Si^4 O^{12} \end{array}$$

Zuweilen ist das Innere der umgeänderten Krystalle von schwachgrünlichweisser. krystallinischer Substanz ganz ausgefüllt, meist findet sich in der Mitte eine Höhlung. G. Rose erkannte als Bestätigung der Resultate der Analyse in den umgeänderten Krystallen mitunter messbare Krystalle von Sanidin und Nephelin, bisweilen auch Augit und Titanit. Nach Lemberg entsteht die Umänderung möglicherweise durch pyrochemische Einwirkung von Natronsalzen auf Leucit.[1])

Scacchi fand in Auswürflingen des Mt. Somma aus dem Fosso di Faraone weissliche Leucitkrystalle vollständig in kleine, unregelmässig verbundene Sanidinkrystalle umgewandelt. Auch in den kleinsten Krystallen ist in der Mitte eine kleine Höhlung vorhanden, auf deren Wänden die Spitzen von Sanidinkrystallen hervorragen. Neben dem Sanidin kommen kleine, glänzende. schwarze Körner, wahrscheinlich von Hornblende, vor, hier und da auch Nephelin und schwarzer Glimmer. Bisweilen ist nur eine Hülle von Sanidin vorhanden, welcher locker dem nicht veränderten Leucitkern anhaftet; ein Beweis. dass die Umänderung von aussen nach innen vorschritt.[2])

Umänderungen des Nephelins.

Nephelin (Elaeolith) liefert durch Verwitterung Zeolithe. Im Dünnschliff sieht man die Umänderung längs der capillaren Spalten als matte, grauliche oder gelbliche Stellen; von aussen und den Spalten dringen parallelfaserige Aggregate ein, damit tritt Aggregatpolarisation auf, endlich ist der ganze Krystall zu einem Gewirr von Zeolithnadeln geworden. Von diesen sind Natrolith, Thomsonit und im Basalt der Sponeck am Kaiserstuhl Phillipsit (Rosenbusch)[3]) beobachtet. Vielleicht liefert der Nephelin noch Analcim (Rosenbusch)[4]) und andere Zeolithe.

[1]) Zs. geol. Ges. 28. 612. 1876. — [2]) Note mineralogiche. Parte prima. 1873. p. 15. [3]) Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 230. — [4]) Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gesteine. 1877. 215 und 483.

Ferner entstehen aus Elaeolith Liebenerit und Gieseckit, deren Zusammensetzung dem Pinit nahe steht und bedeutenden Kaligehalt aufweist.

Ob der Davyn (nach Rammelsberg mit 5,63 pCt. Kohlensäure = 12,80 pCt. Kalkkarbonat) ein veränderter Cancrinit ist, steht nicht fest, aber man darf den Cancrinit nach seinem Verhalten nicht für ein Gemenge von Nephelin und Kalkspath erklären, trotz des bedeutenden Kohlensäuregehaltes. Das Wasser wird wie die Kohlensäure erst in stärkster anhaltender Glühhitze vollständig ausgetrieben. Die Dünnschliffe zeigen im Cancrinit keinen Kalkspath. Lemberg fand am Vesuv ein glänzendes wasserhelles Mineral, Kalkcancrinit,[1]) das erst in der Wärme bei Behandlung mit Säure Kohlensäure liefert, also den Kalkspath nicht mechanisch beigemengt erhält. Er fand darin a = 4 (Ca O $\ddot{\text{Ä}}$l 2 Si O²) + Ca O C O², Rauff[2]) in Cancrinit von Miask b bei sp. G. 2,450.

	Si O²	Äl	F̈e	M̈n	Ca O	Na² O	K² O	C O²	Wasser	
a	39,82	33,54	—	—	22,72	0,76	—	4,00	—	= 100,84
b	37,28	28,20	0,44	—	6,96	17,75	0,20	4,03	6,16	= 101,02

Für b berechnet Rauff 4 Na² O + 4 Äl + 9 Si O + 2 Ca O C O + 3 aq. Das Silikat ist das eines fast absolut kalifreien Nephelins.

Nach H. Rose zieht kochendes Wasser aus Cancrinit Natronkarbonat aus.[3])

Die Elaeolithe der Nephelinsyenite sind nach Rosenbusch häufig die Heerde einer intensiven Calcitbildung.[4])

Der leicht angreifbare Nephelin ist oft mit einer weissen Rinde von Natrolith überzogen, so dass bisweilen nur ein kleiner, durch die Farbe abstechender unveränderter Kern übrig bleibt. So im Nephelinit von Meiches,[5]) vom Katzenbuckel,[6]) im Nephelinbasalt der Pflasterkaute u. a. O.[7]) Bisweilen wird der Natrolith später ganz fortgeführt, so dass der ganze Raum leer wird.

Blum[8]) fand in Zirkonsyenit von Brevig Mesotyp (Brevicit, Bergmannit, Spreustein) als Pseudomorphose nach Elaeolith. Die von aussen beginnende Umwandlung ergreift bald nur die Oberfläche, bald den ganzen Krystall, bald lässt sie von einer Hälfte nur einen nicht umgewandelten Kern übrig. Auch krystallinische Partien des Elaeolithes werden umgewandelt, wie die Krystalle, bald in weissen, bald in rothen Brevicit; die Röthung bedingt Eisenoxyd. Scheerer wies nach, dass der Brevicit etwas (4—7 pCt.) Diaspor enthält, in welchem er[9]) fand a und b.

[1]) Zs. geol. Ges. 28. 582. 1876. 4,00 CO² = 9,09 CaOCO². — [2]) Chemische Zersetzung des Nephelins etc. Bonn. 1878. 28. Mittel von 2 Analysen. Weitere Analysen von G. Rose, Whitney, Struve, Tschermak s. Rammelsberg. Mineralchemie. 450. Ueber Cancrinit von Brevig s. S. 349. — [3]) Pogg. Ann. 82. 559. 1851. — [4]) Mikr. Phys. der massigen Gest. 1877. 205. — [5]) Knop. Jahrb. Miner. 1865. 686. — [6]) Rosenbusch. Nephelinit vom Katzenbuckel. 1869. 46. — [7]) Blum. Pseudom. III. 114. — [8]) Pseudom. II. 132. III. 112 und Pogg. Ann. 87. 316. 1852. — [9]) Pogg. Ann. 108. 432. 1859.

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Mg O	Wasser	
a	1,58	76,75	6,77	—	14,70	= 99,80
b	0,82	82,56	1,52	—	15,00	= 99,90
c	7,9	78,5	s. $\dddot{Fe}$	0,3	14,5	= 101,2

Saemann und Pisani[1]) sahen dort den oft gelblichweissen Brevicit aus ebenso gefärbtem Cancrinit hervorgehen; dieser verliert stellenweise das Durchscheinende, wird faserig, die Spaltbarkeit verschwindet. Sie fanden im Brevicit 5,7 pCt. Diaspor, etwas Eisenoxyd haltend, von der unter c angeführten Zusammensetzung und im Brevicit (sp. G. 2,307) nach Abzug des Diaspors d. Unter e ist die Analyse des Cancrinites ($12\ Na^2 O + 12\ \dddot{Al} + 30\ Si O^2 + 3\ Ca O C O^2 + 16\ aq$) (sp. G. 2,404), unter f ohne Kohlensäure berechnet, unter g Brevicit mit der entsprechenden Menge Diaspor berechnet gegeben. Im Cancrinit e entsprechen 4,11 pCt. Ca O 3,23 pCt. $C O^2$ = 7,34 pCt. Ca O $C O^2$ und 0,37 pCt. $C O^2$ bleiben übrig.

	d	e	O	f	g
$Si O^2$	46,07	41,52	22,14	43,05	43,91
$\dddot{Al}$	28,23	28,09	13,12	29,13	30,88
Mg O	0,40	—		—	0,37
Ca O	1,80	4,11		4,26	1,70
$Na^2 O$	14,50	17,15	4,43	17,79	13,68
Wasser	10,30	6,60		6,84	10,52
$C O^2$	Spur	3,60		—	Spur
	101,30	101,07		101,07	101,06

Man sieht aus f und g, dass Kalk und Natron abgenommen haben. Wenn Elaeolith in Natrolith umgewandelt werden soll, muss Kali austreten — alle Analysen des Elaeolithes geben einen meist 5—6 pCt. betragenden Kaligehalt — und Wasser aufgenommen werden.[2])

In Drusen verwitterten Elaeolithes von Låvön fand Brögger[3]) kleine Thomsonitkrystalle. In Hohlräumen des Elaeolithes von Magnet Cove, Arkansas, kommt, aus Elaeolith hervorgegangen, Ozarkit, faserig und amorph, vor. Der Zeolith hat die Zusammensetzung der Thomsonite $2\ R O + 2\ \dddot{Al} + 4\ Si O^2 + 5\ aq$; $R O = 4\ Ca O + 1\ Na^2 O$ und enthält etwas Eisenoxyd.[4]) Aehnlich ist zusammengesetzt der Rauit, den Paykull von Lamö bei Brevig analysirte. Vielleicht ist er ident mit Ozarkit.[5]) Pisani fand in dem grünlichweissen oder bläulichgrauen Euthalit, der mitten im Elaeolith von Brevig vorkommt, die Zusammensetzung des Analcims.[6])

Liebenerit[7]) und Gieseckit[8]) sind veränderte Nepheline. Ersterer

[1]) Ann. Chim. Phys. (3) 67. 350. 1862. — [2]) Nach Lemberg wirkt Natronsilikat und Kochsalzlösung nur wenig auf Elaeolith ein. Zs. geol. Ges. 28. 549. 1876. — [3]) Jahrb. Miner. 1878. 753. — [4]) Dana. Mineral. 426 und Blum. Pseudom. III. 115. — [5]) E. Dana. Sec. app. to Dana's Miner. 1875. 47. Paykull. Ber. chem. Ges. Berlin. 1874. 1334. — [6]) Des Cloizeaux. Minér. 2. XL. 1874. — [7]) Blum. Pseudom. I. 24. III. 89. — [8]) ib. II. 131.

kommt in quarzfreiem Orthoklasporphyr am Monte Margola und am Mulatto im Val Viezena in matten, grünlichgrauen, sechsseitigen Säulen vor. Im Dünnschliff zeigt er sich als divergentstrahliges polarisirendes Aggregat; das Gestein lässt im Dünnschliff frische Nepheline erkennen.[1] Gieseckit kennt man grünlichgrau, grün, bräunlich von Kangerdluarsuk und Igalliko, Julianeshaab. Grönland; Diana, Lewis Co., New-York. Der Gieseckit von Julianeshaab unterscheidet sich im Dünnschliff in keiner Weise vom Liebenerit.[2]

Blum beobachtete in beiden die Bildung von weissem Kaliglimmer. Lemberg[3]) fand in Liebenerit von Boscampo, Predazzo a, Brush b im Mittel von 3 Analysen des Gieseckites von Diana,[4] Pisani[5] in dem ziegelrothen Rückstand, der nach Behandlung eines veränderten braunen Elaeolithes von Brevig zurückblieb c.

	a	b	c
$Si O^2$	42,73	45,67	46,95
$\dddot{Al}$	36,11	31,51	34,65
$\dddot{Fe}$	2,90	0,27	1,86
Fe O	---	0,77	—
Mg O	0,59	3,48	0,58
Ca O	0,87	2,20	0,68
$Na^2 O$	1,21	0,88	0,71
$K^2 O$	9,25	8,21	8,71
Wasser	6,34	6,97	5,58
$C O^2$	Spur	Ca O C O^2 0,32	—
	100,00	100,28	99,72

Uebereinstimmend zeigen die Analysen des Gieseckites von Grönland nach v. Hauer und die des Liebenerites nach Marignac und Oellacher[6]) reichlich Kali und Wasser, in Eisenoxyd, Magnesia und Wasser abweichende Mengen. Soll aus Elaeolith Gieseckit und Liebenerit entstehen, so muss Natron austreten. Bischof leitet das das Natron verdrängende Kali aus den mit dem Liebenerit vorkommenden verwitterten Orthoklasen her.[7] Die Zusammensetzung des Liebenerites und Gieseckites steht der der Pinite nahe. ist aber nicht constant.

Strüver beschreibt vom Monte Somma in Sodalith umgewandelten Nephelin. Im Innern findet sich ein unregelmässiger Kern von farblosem Nephelin.[8]

Die Versuche von Lemberg thun dar, dass Elaeolith mit glühendem Chlornatrium zusammentreffend in Sodalith umgewandelt wird, wobei das Kali gegen Natron ausgetauscht wird. Lemberg verwahrt sich gegen den Schluss, dass aller Sodalith auf diese Weise entstanden sei.[9] Ueber die Einwirkung von Kalikarbonat und Kalisilikat auf Elaeolith s. Lemberg.[10]

[1]) Zirkel. Jahrb. Miner. 1868. 719. — [2]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 231. — [3]) Zs. geol. Ges. 28. 548. 1876. — [4]) Dana. Mineral. 481. Vielleicht veränderter Skapolith, der dort als Nuttalit vorkommt. — [5]) Compt. rend. 72. 1324. 1866. Natron und Lithion sind zusammengefasst. — [6]) Rammelsberg. Handbuch d. Mineralchemie. 1875. 637. — [7]) Chem. Geolog. 2. 507. — [8]) Atti Accad. d. scienze di Torino. 7. 329. 1872. — [9]) Zs. geol. Ges. 28. 602 und ff. 1876. — [10]) ib. 548 und ff.

Verwitterung des Sodalithes, Noseans, Hauyns. Ittnerit und Skolopsit.

Die Menge des Chlornatriums ist in manchen Sodalithen geringer als in anderen, obwohl die Härte dieselbe ist. Rammelsberg fragt, ob diese Verschiedenheit durch Verwitterung bedingt wird. Der Wassergehalt des Sodalithes von Jschia zeigt beginnende Veränderung an. Nach H. Rose zieht kochendes Wasser aus Sodalith Chlornatrium aus, Sulfate aus Nosean und Hauyn.[1])

Als veränderte Sodalithe führt Rammelsberg folgende Vorkommen auf.[2])

a Vesuv. Weiss, körnig, von braunem Granat begleitet. Trolle Wachtmeister. Pogg. Ann. 2. 14. Abgesehen von NaCl etwa $Na^2O + AlO^3 + 3\,SiO^2$.

b Grönland. Gelblichgraue undurchsichtige Granatoeder, von Hornblende begleitet. Rammelsberg.

	a	b
Chlor	1,26	Spur
Kieselsäre	50,98	43,20
Thonerde	27,64	32,54
Natron	20,96	11,42
Kalk	—	3,00
Wasser	—	9,84
	100,84	100,00

Die Sodalithe der Sanidintrachyte sind häufig zerstört; vom Rath fand einen Theil des Krystallraums mit einem Aggregat von Sanidin, Augit, Titanit, Magneteisen erfüllt und sah diese Mineralien zuweilen auch die Innenwände der granatoedrischen Räume bekleiden.[3])

Verwitterung zu Kaolin ist für Nosean in den Phonolithen von Hohentwiel, von Hohen-Krähen und vom Gennersbohl (hier mit Säuren brausend) durch von Fritsch,[4]) für Hauyn in basaltischen Phonolithen der Canaren durch Sauer[5]) nachgewiesen. Die von Sellem[6]) angeführte Umänderung in Kaolin bezieht sich auf Hauyn von Melfi und ist nach Scacchi wahrscheinlich durch saure Dämpfe bewirkt.[7])

Den veränderten Zustand mancher Noseane und Hauyne bezeugt ihr Wassergehalt. Noseandünnschliffe zeigen oft eine faserige Struktur in Folge eingetretener Veränderung; ähnlich wird der ursprünglich klare Hauyn trübe und förmlich blind (Rosenbusch und Zirkel).

Umänderung in Natrolith unter Ausscheidung von Kalkkarbonat ist häufig bei Hauyn, namentlich der Phonolithe, zu beobachten.[8]) Rothe Färbung der Hauyne wird durch sekundäre Einlagerung von Hämatit bedingt.

[1]) Pogg. Ann. 82. 559. 1851. — [2]) Mineralchemie. 453. — [3]) Zs. geol. Ges. 18. 622. 1866. — [4]) Jahrb. Miner. 1865. 664 und 665. — [5]) Zs. ges. Naturwiss. Halle. 1876. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 403. — [7]) Zs. geol. Ges. 5. 55. 1853. — [8]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. massigen Gest. 1877. 219. 491. cf. von Fritsch. l. c.

Der rauchgraue Ittnerit von Oberbergen, Kaiserstuhl, und dessen kryptokrystallinische Varietät Skolopsit sind nach Fischer nicht homogen, in den apolaren Grundmassen liegen zahlreiche polarisirende Stellen. Obschon Gmelin mit heissem Wasser aus Ittnerit Gyps ausziehen konnte, sind deutliche Gypsformen im Dünnschliff nicht wahrzunehmen. Beide Mineralien haben keine bestimmte Zusammensetzung und sind durch Umänderung aus einem Gliede der Sodalithgruppe entstanden, aus Sodalith oder wahrscheinlicher aus Hauyn. Sie enthalten Cl, SO^3, $Si O^2$, $\ddot{Al}$, $\ddot{Fe}$, Mg O, Ca O, $Na^2 O$, $K^2 O$ und Wasser.[1]

Als Lemberg hellgrünen Sodalith vom Vesuv 7 Monate lang mit Kalikarbonatlösung behandelte, war ein Theil des Natrons durch Kali ersetzt, ein Theil des Chlors und der Thonerde war ausgetreten. Das so erhaltene Kalisilikat wurde durch Natronkarbonatlösung wieder zu einem (dem ursprünglichen sehr ähnlich zusammengesetzten) Natronsilikat.[2]

Complicirte Verwitterung von Epidot.

Nach Heddle findet sich zu Glen Gairn, Aberdeenshire, Hessonit (Granat) nach Epidot,[3] nach Haidinger röthlichgrauer körniger Skapolith (sp. G. 2,680) in Arendal nach Epidot,[4] nach Blum Glimmer aus Epidot entstanden und mit diesem gemengt auf einem Quarzgang des Gneisses von Athol, Massachusetts.[5]

Die von Heusser und Claraz[6] aus der Lavra Capaô, Minas Geraes, als Talk nach Rutil beschriebenen Pseudomorphosen sind nach G. Rose[7] Pseudomorphosen nach Epidot. Sie bestehen aus einem Gemenge von grünlichweissem schuppigkörnigem Talk mit Eisenglimmer. Der Talk waltet an Menge bei weitem vor, die Oberfläche besteht nur aus einer dünnen Haut von Eisenoxyd.

Umänderung des Zoisites.

In dem grobkörnigen glimmerarmen Granit von Gefrees und Stambach, Fichtelgebirge, fand Blum die Zoisite mehr oder weniger in weissen Kaliglimmer umgeändert. Häufig ist der Zoisit mit Glimmer in der Richtung der vollkommenen Spaltung durchzogen, so dass Lagen beider Mineralien mit einander wechseln. Auch Umwandlung in Glimmer bis auf einen Rest von Zoisit im Innern beobachtete Blum.[8] Der Kalk des Zoisites wäre durch Kali ersetzt.

Umänderungen des Granates.

Makro- und mikroskopische Einschlüsse sind in Granat eine häufige Erscheinung. Der Gehalt an Kalkkarbonat rührt nicht nothwendig von beginnender

[1]) Fischer. Jahrb. Miner. 1869. 346 und Kritische mikr. mineral. Studien. 1869. 36. Rammelsberg. Berl. Akad. Ber. 1864. 168. Rosenbusch. Mikrosk. Phys. der Miner. 1873. 183. — [2]) Zs. geol. Ges. 28. 549. 1876. — [3]) Blum. Pseudom. III. 276. — [4]) Blum. Pseudom. I. 61 aus Abh. böhm. Ges. der Wissenschaften. Prag. 1841. p. 4 und 5. — [5]) Pseud. I. 30. — [6]) Zs. geol. Ges. 11. 463. 1859. — [7]) ib. 470. — [8]) Jahrb. Miner. 1868. 807.

Verwitterung, vielmehr oft von Perimorphose her. Oxydation des Eisenoxyduls zu Eisenoxyd ist eine häufige Erscheinung.[1])

Es ist höchst wahrscheinlich, dass eine Reihe von Umwandlungen nur bei thonerdefreien oder doch thonerdearmen Granaten eintritt, welche so häufig neben thonerdereichen Granaten vorkommen. Dahin gehört die Umwandlung in Serpentin, Roth- und Brauneisen, in den „Granatfilz" v. Fellenberg's. Dahin wäre auch die Umwandlung in Talk und Speckstein, wenn dieser Speckstein und Talk wirklich thonerdefrei ist, wofür keine Analysen vorliegen, und die Umwandlung in „Epichlorit" zu rechnen.[2])

Thonerdereiche Granate werden häufig durch Magnesiazufuhr in Chlorit, durch Kalizufuhr in Kaliglimmer umgewandelt. Analysen der aus Granat entstandenen braunen Glimmer, vielleicht Magnesiaglimmer, liegen nicht vor. Die Umänderung in Epidot würde in Abscheidung von Kalk und Kieselsäure bestehen.

Häufig wird bei diesen Umwandlungen Magneteisen abgeschieden. Die Fortführung des Kalkes tritt überall hervor.

G. Leonhard fand um Kerne von rother frischer Farbe die äussere stark verwitterte Rinde grün an Granaten von Arendal.[3]) Oberflächlich corrodirte Granaten sind häufig beobachtet.

Breithaupt fand den Uwarowit von Bissersk, Ural, durch Verwitterung glanzlos, Härte nur noch 6, sp. G. $2{,}968$, während der frische Granat $3{,}418$ bis $3{,}514$ sp. G. zeigt.[4])

Nach Ebelmen haben die Kalkeisengranaten von Beaujeux, Dép. du Rhône, eine schwarze Mangansuperoxydhaut und so wenig Zusammenhang, dass sie sich mit den Fingern zu schmutziggelbem Sand zerdrücken lassen. Eine kleine Menge Eisenoxyd ist frei darin und lässt sich bei schwachem Glühen durch Wasserstoff reduziren, in der Weissglut wird alles Eisen reduzirt.[5])

In dichtem, dunkelgrünlichgrauem, an der Oberfläche ziegelroth verwitterndem Granat westlich von Miask fand Sthamer[6]) einen Ueberschuss an Kieselsäure.

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	$Mg O$	$Ca O$	
	46,11	12,09	13,19	7,36	20,33	= 99,08
O	24,59	5,67	3,96	2,94	5,81	
	8,4	2	1,8	1	2	$= 3 R O + 1{,}1 \dddot{R} + 4{,}2 Si O^2$.

Trolle Wachtmeister fand in einem rothbraunen Granat (sp. G. $3{,}85$), der von Säuren stark angegriffen wird und theilweise mit einem weisslichen Mineral durchdrungen war, aus Klemetsaune, Norwegen:[7])

[1]) Vergl. Söchting. Die Einschlüsse von Mineralien in kryst. Mineralien. 1860. 80 und ff. Zirkel und Rosenbusch. Mikroskopische Physiographien. — [2]) Nach Trolle Wachtmeister kommt in Langbanshytta Granat mit nur $2{,}06$ pCt. Thonerde vor. — [3]) Jhb. Min. 1841. 75. — [4]) Pogg. Ann. 60. 595. 1843. — [5]) Ann. min. (4) 7. 19. 1845. Thonerdegehalt $= 2{,}06$ pCt.; $O = 8{,}87 : 9{,}80 . 19{,}44$. — [6]) G. Rose. Reise in den Ural. II. 99. — [7]) Pogg. Ann. 2. 27. 1824.

	$Si\,O^2$	$\dddot{Al}$	Fe O	Mn O	Ca O	
	52,11	18,03	23,54	1,74	5,77	= 101,19
O	27,79	8,42	5,23	0,39	1,65	

O von R O + $\ddot{\ddot{R}}$: $Si\,O^2$ = 1 : 1,77.

An der Achtaragda, einem Nebenfluss des Wilui, kommen neben Vesuvian und Grossular (Kalkthonerde-Eisenoxydgranat) weisse Pyramidentetraeder (spec. Gew. 2,32) vor, welche innen erdig sind. Da der Grossular von Wilui die gleichen Flächen zeigt, so darf man den Achtaragdit als veränderten Granat ansprechen. Herrmann, welcher darin fand

	$Si\,O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Fe O	Mg O	Ca O	CO^2	Wasser	
	28,27	13,06	14,07	0,42	20,07	14,41	1,00	8,64	= 99,94.
O	15,08	6,09	4,21	0,09	8,03	4,12	0,73	7,68	

betrachtet den Achtaragdit[1]) als ein Gemenge von 70,23 pCt. Granat und 28,71 pCt. Brucit. Wasser und Magnesia erscheinen zugeführt und dagegen Kalk entfernt.

Die von Sillem aus Meronitz und Staray angeführten Granat-Pseudomorphosen in Kalkspath[2]) bezweifelt Reuss.[3]) Dieselbe von Reuss[4]) aus Arendal angeführte Umwandlung rechnet Scheerer zu den Perimorphosen, zu den Kernkrystallen.[5]) Dahin zählt Knop[6]) mit Recht ähnliche Bildungen von Auerbach an der Bergstrasse. Volger führt sie von Lolen an und hält sie für echte Umwandlungen. Granaten mit Kalkspath oder mit Granat und Kalkspath erfüllt sind an vielen Orten beobachtet, z. B. in Arendal von Weibye, in Predazzo von Roth, in Hornblendeschiefern von Thierbach, sächsisches Granulitgebirge, von Stelzner und Herm. Credner[7]) u. s. w.

Nach v. Lasaulx ist der Granat des Felsitporphyrs von Rathen bei Wünschelburg, Schlesien, in Kalkspath pseudomorphosirt.[8])

Eisenoxydhydrat nach rothbraunem Thoneisen-Granat führt Reuss an von Neudeck, Egerer Kreis[9]) und Umgebung, aus gangförmigen Massen des Granites. Bisweilen sind noch Partien unveränderten Granates vorhanden. Auch die körnige Granatmasse, in welcher der Granat eingewachsen ist, ist in Brauneisen umgewandelt. Man kann alle Stufen der Umwandlung beobachten.[9]) Nach A. Müller sind in Framont die Pseudomorphosen hohl oder mit einer graulichweissen Substanz erfüllt. Sie bestehen aus Brauneisen oder Gemenge desselben mit Brauneisenocker, der mit feinen Eisenglanzadern durchzogen ist.[10]) Blum fand im nördlichen Odenwald, bei Lautenau, Culmbach und Gadernheim. den Granat oberflächlich ganz in Eisenoxydhydrat umgewandelt; das Innere

[1]) J. pr. Chem. 104. 182. 1868 = Jahrb. Miner. 1869. 86. — [2]) Sillem. Jahrb. Min. 1852. 516 = Blum. Pseud. III. 206. — [3]) Reuss. Wien. Akad. Ber. 10. 54. 1853. — [4]) l. c. 64. — [5]) Blum. Pseudom. III. 208. — [6]) Jahrb. Miner. 1858. 33. — [7]) Zs. geol. Ges. 27. 208. 1875. Auch Pistazit mit Granat und Kalkspath im Kern. — [8]) Jahrb. Miner. 1876. 411. — [9]) Wien. Akad. Ber. 10. 54. 1853 = Blum. Pseud. III. 180. Siehe auch Jahrb. Miner. 1861. 182; cf. Jokely. Jahrb. Reichsanst. 8. 64. 1857; v. Zepharovich. Miner. Oesterreichs. II. 139. — [10]) Jahrb. Min. 1858. 213 = Blum. l. c.

besteht aus wenig oder gar nicht veränderten Granatkörnern, welche durch eine Rinde von Eisenoxydhydrat getrennt sind. Das Ganze zerfällt leicht, wenn die äussere Brauneisenrinde nicht dick und stark genug ist. Im Innern der Krystalle oder als Ueberzug kommen Glimmerblättchen vor.[1]) Gümbel fand an Granaten der Granulite des ostbayerischen Grenzgebirges die Umwandlung in Brauneisen,[2]) Glocker an den Granaten von Lissitz, Mähren.[3])

Reuss fand in der Hieronymuszeche bei Trinkseifen, Egerer Kreis, Granat in Rotheisen umgeändert. Die Umänderung geht von der Oberfläche aus, der Granat wird glanzlos und weich, der Strich roth; endlich besteht der Krystall ganz aus dichtem, thonigem, weichem Rotheisenstein oder enthält noch einzelne nicht veränderte Granatpartien.[4]) Laube fand die eisenreichen Granaten der Binger Zeche bei Neudeck, Egerer Kreis, in erdigen Hämatit verwandelt.[5]) Die Hämatitgänge der Rothen Sudel bei Orpus, SW von Pressnitz, Böhmen, werden von Dolomit begleitet, welcher gewöhnlich durch Hämatit roth gefärbt ist. Im Dolomit liegen amygdaloidische Partien, welche aus einer dünnen Hämatitrinde mit Kernen von krystallinischem, oft sehr lockerem Dolomit bestehen, Bildungen nach Granat. Zuerst wurde eine Umhüllungspseudomorphose nach Granat gebildet, dann die Granatmasse umgewandelt und weggeführt, und der so entstandene Hohlraum durch Dolomit ausgefüllt, der aussen ebenflächig den Abguss der durch Hämatit gebildeten Form des Granates liefert. Laube fand ziemlich glatte Umwandlungen, an denen die Granatform (∞ 0,0) deutlich erkennbar war. An direkte Umwandlung des Granates in Dolomit ist also nicht zu denken.[6])

Brauner Granat, begleitet von Quarz und Braunstein, durch von Olfers zwischen Engenho und Rosinho do Engenho, Brasilien, gesammelt, ist in dichten Manganit umgewandelt. Nach Exemplaren im Berliner Mineralienkabinet.

Umwandlung des Granats in Quarz erwähnt Frenzel von Siebenlehn.[7])

Granat in Serpentin umgewandelt führt Blum an von Schwarzenberg,[8]) (s. unten), nach H. Müller von Greifendorf und Böhrigen, Sachsen,[9]) von Némont bei Gerardmer, Vogesen.[10])

Kersten fand in einem umgeänderten schwarzgrünen Granat von Schwarzenberg, Sachsen,[11]) ein Gemenge von 17,5 pCt. Magneteisen und 82,5 pCt. Serpentin. Der letztere enthielt a, das Ganze mit 17,5 pCt. Magneteisen berechnet b und c wasserfrei.

[1]) Blum. l. c. — [2]) Gümbel. Ostbayerisches Grenzgeb. 336. — [3]) Zs. geol. Ges. 5. 645. 1853. — [4]) Wien. Akad. Ber. 10. 52. 1853 = Blum. Pseud. III. 179. Jokely. Jahrbuch geol. Reichsanstalt. 8. 64. 1857. — [5]) Jahrb. Miner. 1873. 91. — [6]) ib. — [7]) Miner. Lex. f. Sachsen. 261. — [8]) Pseudom. I. 81. Breithaupt. Pogg. Ann. 60. 595. „In Grube Zweigler bei Schwarzenberg ist schwärzlichgrüner Aplom an der einen Seite in ein serpentinähnliches Mineral von 2,775 sp. G. umgewandelt.“ — [9]) Pseudom. III. 143 = Jahrb. Miner. 1846. 263. — [10]) l. c. — [11]) J. pr. Chem. 37. 167. 1846 = Blum. Pseud. I. 81.

	a	b	c		O	
SiO^2	34,33	34,33	38,42	=	20,49	
$\dddot{F}e$	—	12,07	13,51		4,05	
Fe O	3,40	8,83	9,88		2,20	17,38
$\dddot{M}n$	0,41	0,41	0,45		0,14	
Ca O	Spur	—	—		—	
Mg O	33,37	33,37	37,35		14,94	
Na^2O	0,35	0,35	0,39		0,10	
Wasser u. Bitumen	10,64	10,64	—			
	82,50	100,00	100,00			

Der grünlichschwarze Serpentin enthielt keine Karbonate und gab an Wassser Chlornatrium ab. Es wurde wahrscheinlichst der Kalk des Eisenoxydkalk-Granates gegen Magnesia ausgetauscht, da der Serpentin von Kalkspath umgeben ist, und ein grosser Theil des Eisens als Magneteisen ausgeschieden. Der umgewandelte Granat war höchst wahrscheinlich ein Kalkeisenoxydgranat mit einem höchst geringen Thonerdegehalt, wie er am Teufelsstein bei Schwarzenberg vorkommt.

In apfelgrünem Kalkeisengranat I (sp. G. 3,797) von Zermatt und in der weissen, filzigen, asbestartigen Substanz, welche den Granat netzartig durchzieht, kleine Granatkörner und fein eingesprengtes Magneteisen umschliesst, „Granatfilz" a fand von Fellenberg.[1])

	I	O		a	O		b (a wasserfrei)
SiO^2	35,80	18,09		36,10	19,25		39,38
$\dddot{A}l$	0,85	0,40	9,25	0,40	0,19	5,76	0,44
$\dddot{F}e$	29,50	8,85		18,26	5,48		20,67
Fe O	1,04	0,28		1,30	0,29		1,76
Mg O	0,90	0,36	9,76	27,89	11,16	13,59	30,42
Ca O	32,10	9,17		7,50	2,14		8,18
Wasser	0,52			9,40	8,36		—
	100,71		Magneteis.	1,00			—
				101,85			100,85

Ist der Granatfilz aus Granat hervorgegangen, so wurde auch hier der Kalk gegen Magnesia ausgetauscht, wenngleich noch nicht vollständig, Wasser aufgenommen und Eisenoxyd zum Theil entfernt. Es entspricht a etwa der Formel $7 RO + \dddot{F}e + 5 SiO^2 + 4 aq$.

Ueber Umänderung des Granates von Långban in thonerdefreien Epichlorit s. S. 360.

Vollständige oder von aussen beginnende, gegen den frischen Granatkern scharf abschneidende Umwandlung des Granates in Chlorit ist eine häufige Erscheinung. Blum führt sie an aus Gneiss zwischen Achtnergebirge und Berg-

[1]) Jahrb. Miner. 1868. 745.

mannsgrün; vom Muttergotteslager bei Berggiesshübel;[1]) Forstwald bei Schwarzenberg;[2]) Greifendorf aus Serpentin;[3]) ferner von Framont;[1]) nach Wiser von Lolen in Magis;[4]) von Sparrenberg bei Hof, Fichtelgebirge;[5]) nach Hermann von der Schischimskaja Gora, Sibirien; von Arendal; nach Heddle von Mainland, Shetlandsinseln, und Ballantuim Strathardle, Perthshire, Schottland.[6]) H. Müller fand sie in Zöblitz,[7]) ebenso Lemberg;[8]) Pichler in einem Gneissfindling bei Innsbruck;[9]) Pumpelly am Spurr mountain, Oberer See,[10]) in Chloritschiefer; K. v. Hauer in Ditro; Niedzwiedzki an der Saualp;[11]) Delesse am Col de Pertuis bei Liesey, überhaupt in allen Serpentinen der Vogesen.[12])

Gümbel fand die Granaten des Granulites im ostbayerischen Grenzgebirge bisweilen in ein an Chlorit oder Glimmer oder Pinit erinnerndes Mineral umgewandelt.[13]) Heddle führt Mainland, Westseite von Hillswickness, Shetlandinseln, und Ballantuim Strathardle, Perthshire, Schottland[14]); Dathe den Granatolivinfels von Heiersdorf unterhalb Rochsburg, den Serpentin von Waldheim (z. Th. von Glimmer begleitet) u. s. w.[15]); Lemberg den Granit von Helsingfors;[16]) Rosenbusch den Glimmerdiorit von Aschaffenburg als Fundorte für diese Umwandlung an. Den Pyrop des Serpentins von Gurhof bei Aggsbach, Oberösterreich, fand Sandberger in strahligen, pfirsichblüthrothen Rhodochrom umgewandelt, ebenso den Granat von Zöblitz[17]) in pfirsichblüthrothen oder grauen Rhodochrom.

Wo nur eine Schale von Chlorit vorhanden ist, stehen die Chloritblättchen oft senkrecht zur Oberfläche der Granatkörner, bei gänzlicher Umwandlung laufen die Chloritblättchen radial vom Mittelpunkt aus.

Bei dieser Umwandlung wird der Kalk, der in den analysirten, in Chlorit umgewandelten Granaten nur in geringerer Menge vorkommt, bis auf geringe Mengen entfernt, der Magnesiagehalt nimmt zu, der Gehalt an Eisen und Kieselsäure ab, Wasser wird aufgenommen. Ob Thonerde entfernt wird, lässt sich nicht sicher entscheiden. Magneteisen ist häufig im Chlorit enthalten.

[1]) Pseudom. 166. — [2]) Pseudom. I. 89. Nach Breithaupt (Pogg. Ann. 60. 595. 1843) Kalkeisengranat (Aplom). — [3]) Pseudom. III. 163. Nach Hermann Müller. Jahrb. Miner. 1846. 262 und 267. — [4]) Jahrb. Miner. 1842. 525 und 1843. 298. Lolen = Maigels. — [5]) Pseud. I. 88. Begleitet von Helvin! Auch von Kalk- oder Bitterspath bedeckt. — [6]) Pseudom. III. 163—166. — [7]) Jahrb. Miner. 1846. 262. — [8]) Zs. geol. Ges. 27. 534. 1875. Siehe die Analysen S. 358. — [9]) Jahrb. Miner. 1871. 55. Nur der Kern ist noch unzersetzter Granat. — [10]) Amer. J. sc. 10. 17. 1875 = Jahr. Miner. 1875. 748. — [11]) Siehe Analysen S. 360. — [12]) Ann. min. (4) 18. 304. 1850 und Zs. geol. Ges. 2. 432. 1850. Vergl. Weigand. Tschermak. Min. Mitth. 1875. 190 und Groth in Abh. zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. 1. Heft 3. 472. 1877. — [13]) Ostbayer. Grenzgeb. 336. — [14]) Phil. Mag. (4) 17. 42. 1859. — [15]) Jahrb. Miner. 1876. 229 und ff. 244. 346. — [16]) Zs. geol. Ges. 22. 336. 1870. — [17]) Jahrb. Miner. 1866. 395. s. S. 358. Rosenbusch fand (Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 163) fast ausnahmslos an den Pyropen des Zöblitzer Serpentins eine Zone von Chrysotil, dessen Fasern senkrecht auf den Umrissen des Pyrops stehen, Dathe in Heiersdorf (Jahrb. Miner. 1876. 229) farblose Fasern senkrecht zu dem noch erhaltenen Granatkern gestellt und nimmt an, dass sich aus ihnen im Verlauf der Umwandlung neben Magneteisen eine dem Chlorit verwandte Substanz bildet.

Granat aus Serpentin von Zöblitz, anal. von Lemberg.[1])

	I		O	II		O
SiO^2	39,62	=	21,13	40,60	=	21,65
$\dddot{Al}$	20,72		9,66	22,70		10,58
$\dddot{Fe}$	10,96		(1,00)	9,34		(0,66)
$\dddot{Cr}$	2,24		0,71	—		—
Mg O	21,24		8,50	21,47		8,59
Ca O	4,40		1,26	4,23		1,21
(Fe O)	—		(1,59)	—		(1,43)
H^2O	0,82			1,66		
	100,00			100,00		

Chloritpseudomorphosen nach Granat.[2])

	1	1a	2	O	2a
SiO^2	33,82	38,05	33,78	18,02	38,37
$\dddot{Al}$	13,58	15,28	16,76	7,81	19,04
$\dddot{Fe}$	5,15	5,79	8,44	2,53	9,57
$\dddot{Cr}$	1,97	2,22	—	—	—
Mg O	32,93	37,05	28,54	11,42	32,42
Ca O	0,37	0,43	0,52	0,15	0,60
H^2O	10,42	—	11,96	10,73	—
	98,.24	98,82	100,00		100,00

Chlorit 1 (1a wasserfrei berechnet) ist einige Centimeter von Granat I. entfernt, Chlorit 2 (in 2a wasserfrei berechnet) umhüllt als Rinde den aus Granat II. bestehenden Kern. Der Chromgehalt des Chlorites 2 wurde nicht bestimmt, sondern mit der Thonerde zusammen gewogen.

Granat aus Serpentin von Greifendorf, etwas verändert.[3])

			O	
SiO^2	41,81	=	22,30	
$\dddot{Al}$	23,90		11,14	
$\dddot{Fe}$	9,70		(1,94	als Fe O berechnet)
Mg O	18,70		7,48	
Ca O	3,97		1,13	
H^2O	1,92			
	100,00			

Grüne oder gelbliche chloritische Substanz a, b, c, in welche der Granat, eingebettet im Serpentin von Greifendorf, verändert ist.[4])

[1]) Zs. geol. Ges. 27. 534. 1875. O von $\dddot{Fe}O^3$ nach der Granatformel berechnet. — [2]) Sehr ähnlich wie 1 ist auch der aus Granat entstandene Chlorit des Serpentins von Col de Pertuis nach der Analyse von Delesse zusammengesetzt, bei welcher die Magnesia aus dem Verlust bestimmt wurde. — [3]) l. c. 540. — [4]) l. c. 542.

	a	O	b	O	c	c wasserfrei
$Si O^2$	38,17	20,35	36,71	19,58	37,80	44,58
$\dddot{Al}$	13,98	6,51	13,83	6,44	13,49	15,91
$\dddot{Fe}$	6,71	2,01	6,44	1,93	6,58	7,76
Mg O	27,56	11,02	26,97	10,79	26,92	31,75
Ca O	0,76	0,22	—		—	—
$H^2 O$	12,82	11,40	16,05	14,27	15,21	—
	100,00		100,00		100,00	100,00

I. Rother Granat aus Eklogit von Böhrigen und Greifendorf, anal. von Lemberg l. c. 540. 541.

Ia. Gelbe chloritische Masse, in die der Granat verwandelt ist, l. c. 541.

	I	O	Ia.	Ia. wasserfrei ber.
$Si O^2$	40,92	21,82	35,84	41,48
$\dddot{Al}$	21,68	10,10	17,22	19,93
$\dddot{Cr}$	1,20	0,38	—	—
$\dddot{Fe}$	9,26	(0,68)	6,06	7,01
Mg O	20,94	8,38	26,30	30,44
Ca O	4,52	1,29	0,99	1,14
$H^2 O$	1,48	(FeO 1,48)	13,59	—
	100,00		100,00	100,00

In einem graugrünlichen, matten, sogenannten „Steatit", der im Talkschiefer der Schischimskaja Gora, Sibirien, als Pseudomorphose nach Granat vorkommt, fand Hermann[1])

$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Mg O	Wasser	Unlösliches u. $Fe^3 O^4$		sp. G.
25,60	22,21	5,00	30,96	13,43	2,25	= 99,45	2,50
O 13,65	10,37	1,50	12,88	11,94			

Die ganz in Chlorit umgewandelten Granatleucitoeder aus dem in Granit übergehenden und dem Hauynfels benachbarten Syenit von Taszo páták bei Ditro in Siebenbürgen fand K. von Hauer[2]) zusammengesetzt aus

	$Si O^2$	$\ddot{Al}$	Fe O	Mg O	Wasser (als Verl.)		sp. G.
	28,02	23,84	28,60	8,09	11,45	= 100	3,04
O	14,94	11,11	6,36	3,24	10,18		

Es findet sich in den grossen Krystallen (Durchmesser bis $^1/_2$ Zoll) bis in den innersten Kern nur Eisenoxydul; die Oberfläche zeigt stellenweise die Bildung von Eisenoxydhydrat, einen Uebergang in Brauneisenstein. Die Analyse, entsprechend der Zusammensetzung der Ripidolithe, berechnet sich zu 15 R O + 6 $\dddot{Al}$ + 12 Si O^2 + 16 aq (15 RO = 10 Fe O + 5 Mg O) = 28,29 Si O^2; 24,24 $\dddot{Al}$; 28,29 Fe O; 7,86 Mg O; 11,32 Wasser.

[1]) J. pr. Chem. 40. 17. 1847. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 16. 505. 1866. (Jahrb. Miner. 1866. 198) und v. Vivenot. ib. 19. 600. 1869.

Niedzwiedzki fand colombinrothen Granat von der Saualp von aussen her in Chlorit (Ripidolith) umgewandelt. Ein Schliff der Grenzzone zeigt die Grenzlinie ganz unregelmässig. Es enthielt der Granat I. (sp. G. 4,12), welcher Magneteisen umschliesst, und der Chlorit 2 (sp. G. 2,98), welcher ebenfalls Magneteisen enthält:

	I.	0		2	0	
SiO^2	38,59	20,58		25,19	13,43	
$\dddot{Al}$	17,57	8,20	13,18	21,66	10,11	13,84
$\dddot{Fe}$	16,43	4,93		9,09	2,73	
FeO	21,12	4,69		14,22	3,16	10,65
MgO	4,27	1,71	7,05	18,73	7,49	
CaO	2,27	0,65		—	—	
	100,25		Wassser	11,53	10,25	
				100,42		

Kieselsäure, Eisen und Kalk sind zum Theil oder ganz fortgeführt Magnesia und Wasser wurden aufgenommen. Der Granat entspricht nicht der Granatformel,[1]) wenn man auch die Magneteisenbeimengung in Betracht zieht.

Nach Paykull enthalten die Pseudomorphosen von blätterigem, schwarzbraunem Epichlorit a nach Granat von Långban[2])

	SiO^2	$\dddot{Fe}$	MnO	FeO	MgO	CaO	Wasser	
a	35,81	19,88	—	12,01	14,46	—	17,24	= 99,35
O	19,10	5,95	—	2,67	5,78	—	15,23	
b	35,10	29,10	7,08	—	—	26,91	K^2O 0,98	= 99,17

Die Abweichung von Epichlorit durch die mangelnde Thonerde hebt Paykull hervor. In derbem gelbem Granat von Långban fand Trolle-Wachtmeister[3]) b.

Weisse perlmutterglänzende Blättchen von Talk nach Granat führt Blum von Zöblitz an[4]) aus verhärtetem, opalartigem, graulichgelbem Serpentin.

Nach Lemberg scheidet dort eine Zone von grünlichem oder gelblichgrauem Talk mit scharfen Grenzen Serpentin von Feldspath. Der Talk wird von grünen Chloritsphäroiden durchsetzt, welche wohl umgewandelte Granaten sind; frische Granaten konnten im Talk nicht aufgefunden werden.[5]) Sandberger erwähnt von Zöblitz pfirsichblüthrothen und grauen strahligen Rhodochrom, aus welchem als Endprodukt Talk hervorzugehen scheint, und Talk an vielen Stücken pseudomorph nach Granat.[6]) Analysen des Talkes liegen nicht vor. Ob er nicht thonerdehaltig ist und den Chloriten zugezählt werden muss? (s. Chlorit nach Granat.)

Die von Blum (Pseudom. 110) und Sillem (Jahrb. Miner. 1852. 523) an-

[1]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 162. — [2]) Jahrb. Miner. 1867. 591 aus Oefv. Vetensk. Akad. Förh. — [3]) Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1860. 693. — [4]) Blum. Pseudom. I. 67 und Pseudom 110. — [5]) Zs. geol. Ges. 27. 336. 1875. — [6]) Jahrb. Min. 1866. 395. Rhodochrom = Pennin (Kämmererit).

geführte Pseudomorphose von Talk nach Pyrop aus Meronitz ist nach Reuss keine Pseudomorphose.[1])

Die nach Mohs von Blum[2]) erwähnte Pseudomorphose des Grossulares von Rezbanya in Speckstein ist nach Peters nicht anzunehmen. Zwar ist das sonst lebhafte Grün in ein schmutziges Erbsengelb oder Erbsengrün umgewandelt, aber es sind nur Granatschalen, die als Kern zersetzten Tremolit, unveränderte grüne Grossularkörnchen und erdiges Kalkkarbonat einschliessen. Auf den scharfkantigen Flächen hat sich etwas Steatit abgesetzt, der durch feine Risse der Schale mit der Masse des Kernes zusammenhängt. Die Härte ist die Normalhärte des Granats.[3]) Nach Tschermak wechseln die Granatschalen mit Schalen der aus Tremolit entstandenen steatitähnlichen Substanz.[4]) Blum führt (l. c.) noch an, dass die rothen Granaten des Granites zu Thiersheim in der Nähe des zu Speckstein umgewandelten Glimmers ebenfalls diese Umänderung erlitten haben. Der Granat ist weich, lauchgrün, matt oder etwas fettglänzend geworden. Nach Volger wird der Granat von Zermatt steatitisch von Ansehen[5]) (s. S. 356 „Granatfilz"). Jokely fand den Granat von Neudeck in ein Thonerdesilikat oder steinmarkähnliches Mineral pseudomorphosirt.[6])

Nach Blum ist der Spessartin (Manganeisenthonerdegranat) des glimmerarmen Granites von Stengerts bei Aschaffenburg in braunen Glimmer umgegewandelt; meist tritt Glimmer als Rinde auf, oft besteht das Innere aus einem Gemenge von Granat und Glimmer. Auch in einem erratischen Granulitblock von Techelsdorf, Holstein, fand Blum die Granaten sämmtlich in Glimmer umgewandelt,[7]) unvollständige Umwandlung fand Pichler in alpinem Hornblendeschiefer.[8]) Frenzel nennt Rosswein Klatschwaldbachthal und Zöblitz als Fundorte.[9])

Dathe führt aus Gesteinen der sächsischen Granulite und Eklogite neben der Umwandlung zu Chlorit die in Magnesiaglimmer an,[10]) Lemberg ebenso aus Granit von Helsingfors.[11])

Helland fand rötlichbraunen Granat I aus Pegmatit von Röstöl bei Arendal zu grünem Kaliglimmer 2 pseudomorphosirt. Meist ist die Umwandlung vollständig, bisweilen noch ein Granatkern vorhanden. Die Pseudomorphosen sind nicht hohl und finden sich, wie die Granaten, fest eingeschlossen in unverändertem Orthoklas.[12])

[1]) Wiener Akad. Ber. 10. 57. 1853. — [2]) Blum. Pseudom. 136. — [3]) Wiener Akad. Ber. 44. 126. 1861. — [4]) ib. 49. 354. 1864. — [5]) Talkglimmerfamilie. 1855. 448. — [6]) Jahrb. geol. Reichsanst. 8. 64. 1857. — [7]) Blum. Pseudom. III. 92. — [8]) Jahrb. Miner. 1871. 55. — [9]) Min. Lex. f. Sachsen. 126. — [10]) Jahrb. Min. 1876. 231. 246. 346. — [11]) Zs. geol. Ges. 22. 336. 1870. — [12]) Pogg. Ann. 145. 482. 1872. Eisenoxyd nicht direkt bestimmt.

	I	O		2	O	
	sp. G. 4,099			sp. G. 2,830		
SiO^2	37,60	20,05		48,29	25,65	
$\dddot{Al}$	15,64	7,30	10,00	30,88	14,42	16,22
$\dddot{Fe}$	7,70	2,31		4,69	1,41	
$\dddot{Cr}$	1,25	0,39		1,25	0,39	
FeO	16,16	3,59	8,99	—	—	
MnO	16,49	3,72		Spur	—	
MgO	1,36	0,54		0,93	0,37	2,79
CaO	3,98	1,14		1,00	0,29	
Na^2O	—			1,88	0,49	
K^2O	—			9,63	1,64	
Glühverl.	0,65			1,96	(1,74)	
	100,83			100,51		

$$2 = R : \mathrm{R} : Si\ (R = H, K, Na, \overset{II}{R}) = 1{,}68 : 1 : 2{,}38.$$

Kali, Natron, Wasser sind zugeführt, Eisen, Mangan, Kalk entfernt worden.

Epidot nach Granat fand Blum im Granatfels zu Auerbach an der Bergstrasse, welcher an den Salbändern des körnigen Kalkes des Hornblendegneisses auftritt. Die Umänderung beginnt auf der Oberfläche mit einer dünnen Rinde von Epidot, weiter werden die Krystalle beinah völlig von Epidotmasse umgeben, zuletzt bleibt nur eine poröse Masse von Epidot, welche nur undeutliche Umrisse der früheren Form zeigt. Die vorherrschenden Trapezoedergestalten sind durch Zurundung an Kanten und Ecken kugelförmig geworden.[1])

Wiser fand in gelblichbraunen Granaten vom Berg Lolen in Magis, Bündten, Kerne von Epidot und endlich Epidot in Rhombendodekaedern. Volger fand die grünlichbraune Epidotmasse porös, hier und da in den Poren ein vernagtes Restchen von Kalkspath. Nach Blum begann die Umwandlung auf der Oberfläche, die grünlichgrauen Epidotnadeln legten sich ganz parallel den Flächen der Krystalle in einer Ebene an. Die Granatsubstanz verschwindet, je mehr der Process fortschreitet.[2]) Blum erwähnt eine Pseudomorphose von Epidot nach Granat von Arendal; „es handelt sich auch hier nicht um einen Kernkrystall,[3])“ welche dort auch vorkommen.

Aus Kalkthongranat müssten demnach Kalk und Kieselsäure ausgeschieden werden unter Aufnahme von Wasser.

G. Leonhard fand in Arendal rauhen, zerfressenen und stark verwitterten Granat innen theils mit krystallisirtem, theils nadelförmigem Epidot und Wernerit angefüllt.[4])

[1]) Blum, Pseudom. II. 11. — [2]) ib. III. 14. Wiser. Jahrb. Miner. 1842. 525 und 1843. 298. Volger. Epidot und Granat. Zürich. 1855 und Jahrb. Miner. 1858. 398. Nach G. vom Rath. Zs. geol. Ges. 14. 445. 1862 kommen dort Pseudomorphosen und Perimorphosen vor. — [3]) Blum. Jahrb. Miner. 1869. 721. G. vom Rath fand diese Pseudomorphose von Uralit begleitet. Zs. geol. Ges. 14. 436. 1862. G. Rose erwähnt sie Zs. geol. Ges. 16. 6. 1864. Reuss. Wiener Akad. Ber. 10. 61. 1853. — [4]) Jahrb. Min. 1841. 76.

Groth sah den Granat des Serpentins des Laberthals, Elsass, in ein Hornblendeaggregat umgewandelt.[1]) Nach Dathe steht ein Theil der Umwandlungsprodukte der Granate aus den Serpentinen von Greifendorf und Waldheim dem Strahlstein nahe.[2])

Als Lemberg[3]) geschmolzenen gelblichen Grossular von Monzoni I einen Monat lang mit Chlormagnesium behandelte, fand er in der bei 130⁰ getrockneten Masse a.

	I	O		a	O	
SiO^2	39,53	21,08		36,42	19,42	
$\dddot{Al}$	20,15	9,41	10,89	19,04	8,88	10,49
$\dddot{Fe}$	4,94	1,48		5,04	1,51	
Mg O	1,72	0,79	10,47	16,33	6,53	9,77
Ca O	33,88	9,68		11,34	3,24	
Wasser	—			11,65	10,36	
	100,22			99,82		

Unter Beibehaltung der Sauerstoffverhältnisse der Basen ist für Kalk Magnesia eingetreten und Wasser aufgenommen.

Umänderungen des Cordierites (Dichroites).

Der hauptsächlich in krystallinischen Schiefern und Granit vorkommende und nie in Formen eines anderen Minerals gefundene Cordierit (Härte 7—7,5, sp. G. 2,60—2,66) unterliegt einer Reihe von Veränderungen, als deren Endprodukt Glimmer auftritt, welcher sich den übrigen Produkten meist beigemengt findet. Chemische Formeln kommen ihnen nicht zu,[4]) sie enthalten Wasser, zum Theil Alkali; SiO^2, $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$, Mg O fehlen nie, Kalk häufig. Bei der Verwitterung geht die Umänderung von Spalten aus, in denen krystallinische Neubildungen erscheinen; Härte und Glanz sind vermindert.

Die Umwandlung in Chlorophyllit besteht nach den Analysen von Jackson und Rammelsberg nur in Aufnahme von Wasser. Im Dünnschliff des Chlorophyllites von Haddam, Connecticut, fand Wichmann neben unversehrtem Cordierit ein Maschennetz aus einer krystallinischen Substanz gebildet, welche den Uebergang des Cordierites in Glimmer vermittelt, und Glimmer. Bemerkenswerth ist, dass die Analysen (von Unity, New-Hampshire) kein Alkali angeben, der auch im Cordierit fehlt, aber in allen Glimmern vorhanden ist. Chemisch weichen Praseolith und Esmarkit (A. Erdmann[5]) von Bräkke bei Brevig), besonders letzterer, kaum ab. Im Praseolith sind Cordieritreste beobachtet, Es-

[1]) Abh. zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. 1. Heft 3. 472. 1877. — [2]) Jahrb. Min. 1876. 246. — [3]) Zs. geol. Ges. 24. 250. 1872. — [4]) Haidinger. Pogg. Ann. 67. 441. 1846. Blum. Pseudom. I. 32—60. II. 36. III. 98. 103. Zirkel. Mikrosk. Beschaffenheit d. Miner. 1873. 211. Rosenbusch. Physiogr. d. petrograph. wichtigsten Min. 1873. 274. v. Lasaulx. Jahrb. Miner. 1872. 831. Wichmann. Zs. geol. Ges. 26. 675—701. 1874. — [5]) Esmarkit Dufrénoy ist Paranthin, daneben kommt Esmarkit (Esmark), ein etwas kieselsäurereicher Anorthit (O = 1 . 3 . 4,83), vor. Des Cloizeaux Minér. II. XXXVIII.

markit (A. Erdmann) ist darauf nicht untersucht; er steht nach Des Cloizeaux (l. c.) dem Bonsdorffit nahe, welcher aber nach der Analyse von Malmgren $1{,}_{50}$ pCt. Kali enthält.

Den Aspasiolith fand Wichmann stets krystallinisch, welche Veränderungen er auch erleidet. Das interponirte Eisenoxyd ist schon vor der Umwandlung vorhanden und nicht Produkt derselben nach Wichmann. Reste von Cordierit konnte Des Cloizeaux erkennen. Die chemische Veränderung besteht in Fortführung von Magnesia und Aufnahme von Wasser.

In diese Reihe alkalifreier Produkte gehört noch der Peplolit von Ramsberg, Schweden, analysirt von Carlsson.

Der sogenannte harte Fahlunit von Fahlun ist nach Stromeyer's Analyse ein kaum verwitterter Cordierit, in dessen Spalten Wichmann die Verwitterung erkennen konnte. Auf Bruchflächen findet sich brauner Glimmer. Nach Hisinger ist er leichter schmelzbar als Cordierit.

Triklasit und Weissit von Fahlun sind amorph; Wichmann leitet daher den Triklasit nicht von Cordierit ab. Trolle Wachtmeister fand im blättrigen und dichten Triklasit Alkali, ebenso im Weissit.

Kataspilit aus Långbans Eisengrube, Wermland, ist nach Igelström[1]) ein Umwandlungsprodukt des Cordierites. Er ist aschgrau, röthet sich an der Luft, Härte $= 2{,}_{5}$, und unterscheidet sich von den übrigen Umwandlungsprodukten durch den hohen Kalkgehalt ($7{,}_{43}$ pCt.) neben $5{,}_{25}$ pCt. Na^2O und $6{,}_{90}$ pCt. K^2O.

Im Gigantolith von Tamela, Finnland, wies Wichmann Cordieritreste nach. Er fand als erste Umwandlung Umsetzung des Cordierites in ein Aggregat von gelblichgrünen Nädelchen, im zweiten Stadium erzeugen sich senkrecht zu den Spalten Büschel von längeren grünlichbraunen Fasern und Nädelchen, welche schliesslich die ganze Gigantolithmasse durchziehen; in dieser Masse tritt dann Glimmerbildung ein.[2]) In den Analysen (s. S. 366) ist die grosse Menge des Eisenoxydes und der Alkaligehalt bemerkenswerth. Chemisch steht dem Gigantolith der Iberit (sp. G. $2{,}_{89}$) von Montoval, Prov. Toledo, Spanien, nahe.

Der leberbraune Pyrargillit aus verwitterten Graniten von Helsingfors zeigt nach Wichmann (l. c. 691) noch Reste von Cordierit, während die ziegelrothe Varietät ebendaher, deren Färbung durch Eisenoxydhydrat bedingt wird, Cordieritreste nicht mehr erkennen liess. Sie ist nach Lemberg vielleicht aus Oligoklas entstanden.[3])

Nordenskiöld[4]) (a) und Lemberg (b) l. c. fanden in der ersten Varietät, bei welcher Glimmer als Endprodukt der Umänderung erscheint, Lemberg in der rothen Varietät c und d:

[1]) Jahrb. Miner. 1868. 203 aus Oefv. Akad. Stockholm. 1867. 14. — [2]) l. c. 689. — [3]) Zs. geol. Ges. 22. 371. 1870. Nach Aufschliessen mit Säuren liess b $1{,}_{80}$ pCt. Quarz, c $18{,}_{05}$ pCt. Quarz, d $8{,}_{93}$ pCt. Quarz und etwas weissen Glimmer zurück. — [4]) Berzelius. Jahresber. f. 1831. 174.

	a	b	c	d
$Si O^2$	43,93	36,61	38,19	38,05
$\ddot{Al}$	28,93	34,80	32,72	31,95
$\ddot{Fe}$	—	3,07	8,97	9,02
Fe O	5,30	—	—	—
Mn O	s. Mg O	—	—	—
Mg O	2,90	2,80	2,30	2,33
Ca O	—	0,75	0,24	0,20
$Na^2 O$	1,85	0,78	0,59	—
$K^2 O$	1,05	0,43	0,97	2,38
Wasser	15,47	19,64	16,02	14,68
	99,43	98,88	100,00	98,61
	sp. G. 2,505	sp. G. 2,396		

L. Svanberg fand bei Brunhult nahe Tunaberg einen mit Nordenskiöld's Analyse übereinstimmenden Pyrargillit, aber mit 11 pCt. Wasser[1]) Wichmann konnte ihn nicht untersuchen. Blum fand bei Pyrargillit dieselbe endlich vollständige Umwandlung zu Glimmer wie bei Pinit.[2]) Durch geringen Gehalt an Kali und reichliche Menge von Wasser steht die Analyse a dem Bodenmaiser Pinit (e) nahe.

Als Pinit wird eine Reihe von Umwandlungsprodukten bezeichnet, welche nicht alle von Cordierit abzuleiten sind und zum Theil von Turmalin und Feldspäthen abstammen (s. Turmalin und Feldspath). Hier ist zunächst die Rede von den aus Cordierit entstandenen. Sie sind oft mit Glimmer gemengt, in den sie überzugehen scheinen, und weichen in ihrer chemischen Zusammensetzung, namentlich im Wasser- und Kaligehalt, ziemlich weit von einander ab. Nach Wichmann's Untersuchungen ist aus Cordierit entstanden: der grünlichgraue, Glimmerblättchen führende Pinit aus Granit des Pinistollns von Aue bei Schneeberg; der Pinit aus Granit von Aue; von Penig; St. Pardoux, Auvergne; wohl auch der aus der Bretagne.[3]) Nach Herm. Credner ist der in röthlichen Orthoklas eines Pegmatitganges bei Rochsburg, Sachsen, eingewachsene Pinit aus Cordierit hervorgegangen, von welchem noch Reste zu sehen sind. Die Umwandlung arbeitet hier, wie überhaupt, auf Herstellung von Glimmer hin, Eisenoxydhydrat wird dabei reichlich ausgeschieden.[4]) Dasselbe beobachtete Credner im Cordieritgneiss zwischen Lunzenau und dem Göhrener Viaduct, wo aus dem aufgezehrten Cordierit weisse oder grünlichgraue Glimmerschüppchen hervorgehen, während in dem frischen Gestein nur schwarzer Magnesiaglimmer vorkommt. Am Galgenberg bei Mitweida findet sich dasselbe Phänomen, welches sich in den Klüften des Cordieritgneisses von Lunzenau wiederholt.[5])

[1]) Berzelius. Jahresb. f. 1842. 287. — [2]) Blum. Pseudom. I. 42. — [3]) Nach Wichmann (Zs. geol. Ges. 26. 696. 1874) ist der rothe, schalige, grossblättrige Pinit des Pinistollns vollkommen amorph, enthält keine Spur von Kali und stammt nicht von Cordierit ab. Analysen liegen nicht vor. Der Pinit von Neustadt - Stolpen rührt nach Wichmann (l. c. 699) weder von Cordierit noch Turmalin her (s. Turmalin). — [4]) Zs. geol. Ges. 27. 175. 1875. — [5]) ib. 105—107.

Gümbel fand aus Cordierit der Cordieritgneisse bei Bodenmais entstandenen Pinit blassgrünlich, wenig glänzend, schwach kantendurchscheinend, nach der basischen Fläche der säulenförmigen Krystalle in parallele Lamellen theilbar[1]) (s. Analyse e). Pinit aus Cordierit entstanden, fand Gümbel an der Innbrücke bei Passau und bei Schorndorf nahe bei Cham mit Cordieritkern;[2]) Makowsky bei Iglau mit Cordieritkern.[3]) Delesse rechnet hierher den Pinit aus dem Granit von Ranfaing, Vogesen.[4])

Nach G. Rose sind die pinit- oder vielmehr chlorophyllitartigen, lauchgrünen, rauhen, nach der graden Endfläche deutlich spaltbaren, sechsseitigen Prismen, welche im Granit des Riesengebirges (ausgezeichnet bei Mühlseiffen und Weigsdorf an der Wittich) vorkommen, sehr wahrscheinlich umgewandelte Cordierite.[5]) Kalkowsky fand den Cordierit des Gneisses bei Dittmannsdorf, Eulengebirge, fast ganz zu graugrünem Pinit umgewandelt.[6])

Aus Cordierit entstandener Pinit enthält:[7])

a. von Aue. Blaugrau; Glimmerüberzug möglichst vor der Analyse entfernt. Rammelsberg.
b. von Penig. Mit Eisenoxyd bedeckt. Rammelsberg (und Scott).
c. von St. Pardoux, Auvergne. Rammelsberg.
d. ebendaher. sp. G. 2,74. Marignac.
e. von Bodenmais. sp. G. 2,67. Gümbel.
Gigantolith von Tamela, Finnland, enthält nach
f. Trolle Wachtmeister. Pogg. Ann. 45. 558.
g. Marignac. sp. G. 2,871.

	a	b	c	d	e	f	g
$Si O^2$	46,83	47,00	48,92	47,50	45,95	46,27	42,59
$\dddot{Al}$	27,65	28,36	32,29	31,80	29,30	25,10	26,62
$\dddot{Fe}$	8,71	7,86	3,49	3,92	(7,20)	15,60	15,73
Fe O	—	—	—	—	6,48	—	—
Mn O	—	—	—	—	—	0,89	0,95
Mg O	1,02	2,48	1,41	—	0,74	3,80	2,63
Ca O	0,49	0,79	0,51	0,92	2,30	—	—
$Na^2 O$	0,40	1,07	—	1,78	0,64	1,20	0,86
$K^2 O$	6,52	10,74	9,14	9,05	0,19	2,70	5,44
Wasser	7,80	3,83	4,27	5,03	14,73	6,00	5,89
	99,42	102,13	100,03	100,00	100,43	101,56	100,71

Von dem Verhältniss zwischen $Si O^2 : \dddot{Al} + \dddot{Fe}$ abgesehen, tritt in allen diesen Analysen die Fortführung der Magnesia des Cordierites und die Zuführung von Alkali und Wasser hervor.

[1]) Ostbayerisches Grenzgebirge. 242. — [2]) ib. 243. — [3]) Verh. naturh. Ver. Brünn. 9. 3. 1871. Nach Dana. Sec. appendix. 44. — [4]) Ann. min. (5) 3. 392. 1853. — [5]) Zs. geol. Ges. 9. 515. 1857. — [6]) Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig. 1878. 28. — [7]) a—d. f. g. Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 656 und 657. e. Gümbel. Ostbayerisch. Grenzgeb. p. 242.

G. Bischof fand in einem aus Cordierit von Bodenmais entstandenen Glimmer, welcher noch fahlunitartige Substanz eingesprengt enthielt,[1] die Zusammensetzung h, K. von Hauer in Glimmer aus Cordierit entstanden von Greinburg,[2] Mühlkreis, Oesterreich ob der Enns, i.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	Na^2O	K^2O	Org. Subst.	Glühverlust		
h	47,38*	28,31	14,91	1,61	0,25	5,29	1,01	1,24	=	100
i	44,94	24,90	13,18	2,64	2,06	8,94	—	2,74	=	99,40

Bis auf den hier geringeren Wassergehalt ist die Uebereinstimmung mit den Analysen a—g nahe genug. Eine Berechnung wird schon durch die fehlende Bestimmung der Eisenoxyde unmöglich.

Grobkörnige Ganggranite am Carlsthor bei Heidelberg enthalten nach Blum[3]) und Knop[4]) Pseudomorphosen nach Cordierit, welche (nach Abschlämmung von Eisenoxydhydrat u. s. w., nach Behandlung mit Salzsäure und später mit Natronlauge) durch concentrirte Schwefelsäure zerfallen in 39,5 pCt. Lösliches („Pinitoid" k) und 60,5 pCt. Unlösliches („Kaliglimmer" l). Die Berechnung des fluorhaltigen Ganzen liefert m, alles Eisen als Oxydul berechnet.

	k	l	m
SiO^2	41,50	56,37	50,42
$\dddot{Al}$	28,70	24,22	26,01
FeO	14,85	1,88	7,07
MnO	0,01	2,50	1,50
MgO	1,84	0,83	1,23
Na^2O	4,86	0,03	1,76
K^2O	4,12	12,61	9,21
Glühverlust	4,99	2,41	3,44
	100,37	100,85	100,64

Während k einigermaassen mit Gigantolith oder Iberit übereinstimmt, weicht l von den bisherigen Analysen der Kaliglimmer am weitesten ab. Berechnungen lassen sich natürlich nicht anstellen.

Schwarzen Glimmer pseudomorph nach Dichroit fand Th. Wolf im Dichroitschiefer als Auswürfling des Laacher Sees.[5]) Aus dem wasserklaren Cordierit des Gneisses von Neu-Krausendorf, Eulengebirge, sah Kalkowsky unmittelbar weissen Glimmer entstehen. Die Umwandlung beginnt vom Rande und dringt in einzelnen Aesten gegen die Mitte vor, ohne schon vorhandenen Spalten zu folgen. Die Aeste zeigen stets eine deutliche Mittellinie, gleichsam den Canal, auf dem die pseudomorphosirenden Gewässer circulirten.[6])

[1]) Bischof. Chem. Geol. II. 577. = Blum. Pseudom. II. 37. Kieselsäure aus Verlust.(*) — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 12. Verhandl. 304. 1861. 1862. sp. G. 2,646; Härte = 2,5 bis 3,9. Im Innern mehr die Struktur des Chlorophyllites. Das Eisenoxyd enthält etwas Mangan. — [3]) Blum. Pseudom. 28. III. 101. — [4]) Knop. Jahrb. Miner. 1861. 148. Knop bemerkt, dass schwarze Eisenturmaline dieses Granites häufig theilweise oder ganz mit merkwürdiger Volumensverminderung in eine pinitoidische Substanz umgewandelt sind, welche von der nach Cordieritformen nicht wesentlich verschieden zu sein scheint. — [5]) Zs. geol. Ges. 19. 486. 1867. — [6]) Gneissformation des Eulengebirges. 1878. 29.

Pinit der Felsitporphyre und sonstige Vorkommen.

In manchen Felsitporphyren ist Pinit so häufig, dass man sie als „Pinitporphyre“ bezeichnet hat. Es ist nicht sicher gestellt, dass diese Pinite aus Cordierit hervorgegangen sind, das Ursprungsmineral ist nicht ermittelt. Ausserdem wird aus ihnen Pinit angeführt, der aus Orthoklas hervorgegangen ist.

In den gegen Schluss der Periode des Rothliegenden aufgebrochenen Felsitporphyren südlich von Baden treten rothbraune Pinite auf, auch eingewachsen in den Feldspäthen. Ausser den zu rothem Eisenthon verwitterten Piniten kommen ganz weisse vor, Oosite, welche häufig von einer rothbraunen Eisenthonrinde umschlossen werden. Das Ursprungsmineral ist nicht zu ermitteln.[1]) Nessler fand in lufttrockenem Oosit die Zusammensetzung a; vom Wassergehalt entweichen bei 110 ⁰ 3,19 pCt.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
a	58,69	22,89	4,54	—	0,22	—	1,14	4,94	8,30	= 100,72
b	61,90	18,05	—	6,80	0,57	1,51	0,91	4,47	5,79	= 100

Im Kappelerthal bei Baden liegen in einem älteren Felsitporphyr neben Orthoklas und Quarz schwärzlich grüne Pinite oder Pseudomorphosen von schuppigem, seladongrünem Glimmer nach seinen Formen. Nessler fand die Zusammensetzung b. Dieselben Pinite, zum Theil innen in Glimmer umgewandelt, finden sich auch in einem Felsitporphyr bei der Forstkolonie Hundsbach.[2])

Nach Tschermak kommt an einem Porphyrpunkt südlich von Elbingerode Opal nach Nephelin vor.[3]) Die sechs- und zwölfseitigen Prismen sind wohl verwitterte Pinite, welche in den dortigen „quarzarmen Porphyren“ auftreten.

Streng fand in graugrünem Pinit aus „grauem Porphyr“ am linken Abhang des Mühlenthals zunächst unterhalb Elbingerode:

SiO^2	$\dddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühverlust	
47,51	31,17	1,85	1,55	1,24	0,15	7,23	9,02	= 99,72

Der Pinit (sp. G. 2,62) hat keine deutlichen Spaltungsrichtungen, sondern meist unebenen Bruch.[4])

Pinit aus Hornblende, aus Turmalin siehe bei diesen Mineralien.

Umwandlung des Pinites in Glimmer.

Blum führt noch an: Glimmer aus Pinit entstanden, Granit bei Brünn; Neudorf bei Neuhausen, Böhmen; Glimmerschiefer von der Lisenzer Alp in Selrain, Tyrol.[5]) Rosenbusch fand Pinit aus Gneiss beim Jägerhäuschen unfern Freiburg i./Br. bei durchfallendem Licht schön rothbraun durchsichtig und optisch als einheitlichen Körper sich verhaltend.[6]) Sandberger sah in Granit

[1]) Sandberger. Geol. Beschr. von Baden. 1861. 32. — [2]) ib. 58. 59. — [3]) Wiener Akad. Ber. 46. 483. 1862. Tschermak nimmt (Wien. Akad. Ber. 53. 530. 1866) Cordierit als Ursprungsmineral an. — [4]) Jahrb. Miner. 1860. 263 und 269. — [5]) Pseudom. I. 17. III. 101 = Liebener und Vorhauser. Miner. Tyrols. 206. — [6]) Mikrosk. Physiogr. d. petrogr. wichtigsten Miner. 1873. 274.

von Sasbachwalden grosse Krystalle von grünem Pinit zum Theil in grünen Glimmer (Chlorophyllit) umgewandelt.[1])

Verwitterung und Umänderung des Turmalins.

Wo der Turmalin mürbe und weich wird, die Flächen rauh und drusig zerfressen sind, Glanz und Durchsichtigkeit sich verlieren, tritt Glimmer auf: nach den vorhandenen Analysen Kaliglimmer; in Begleitung der rothen und grünen, lithionhaltigen Turmaline Lepidolith. Auf den Kluftflächen stellen sich rostfarbene Ueberzüge von Eisenoxyd ein. Man darf nicht allen Glimmer, der auf und in Turmalinen vorkommt, als Verwitterungsprodukt ansehen, da ursprüngliche Einwachsungen von Glimmer vorkommen.[2]) Die Analysen der Lithionglimmer liefern mehr Lithion als die der Turmaline, die Analysen der Kaliglimmer mehr Alkali als die der Turmaline, so dass also in beiden Fällen Zufuhr nöthig ist. Theilweise und vollständige Umwandlung in Glimmer ist beobachtet, denen auch der Ueberzug von Cookeit zugezählt werden mag.

Als ein weiteres Umwandlungsprodukt, wie es scheint, ein veränderter Kaliglimmer, ist Pinit zu nennen, ein stets Kali haltiges Produkt, aber von unbestimmter chemischer Zusammensetzung mit reichem Gehalt an Thonerde, das oft Glimmerblättchen enthält und in ähnlicher Weise auch bei anderen Mineralien (Cordierit. Oligoklas, Orthoklas u. s. w.) auftritt. Ausserdem wird die Umwandlung in Chlorit und Steinmark, Speckstein angeführt. In keinem dieser Produkte ist ein Gehalt an Borsäure nachgewiesen.

Reuss fand einen aussen wohlerhaltenen Krystall innen den Prismenflächen parallel von vielen Spalten und Höhlungen durchzogen, so dass nur ein poröses Turmalinskelet übrig ist, dessen Lücken Eisenoxydhydrat erfüllt.[3]) Die rothen und grünen Turmaline von Chesterfield, Massachusetts, sind bisweilen durch Zersetzung und Entfernung des Innern hohl.[4]) Röhrenförmige, innen hohle Turmaline erwähnt vom Rath von S. Piero, Elba.[5])

In Begleitung von Lepidolith und rothem lithionhaltigem Turmalin und auf letzterem dünne Ueberzüge bildend findet sich im Granit von Hebron und Paris, Maine, Cookeit, der aus Turmalin entstanden zu sein scheint. Collier fand darin

SiO^2	$\ddot{A}l$	Li^2O	K^2O	Wasser	$SiFl^4$	
34,93	44,91	2,82	2,57	13,41	0,47	= 99,11.

Das glimmerähnliche Mineral nähert sich in der Zusammensetzung einem wasserhaltigem Lithionglimmer.[6]) Austritt von Borsäure, Natron und etwas Kieselsäure, Aufnahme von Wasser, Kali und Lithion würden die Hauptmomente der Veränderung des Turmalins bezeichnen.

Nach Blum unterliegt der rothe Turmalin vom Berge Hradisko bei Rozena einer Umwandlung in Lepidolith. Bisweilen ist ein Ende Glimmer oder dieser

[1]) Geol. Beschreibung der Gegend von Baden. 1861. 55. — [2]) Blum, Bischof, Rammelsberg, Gümbel. — [3]) Bischof. Chem. Geol. II. 567 aus Lotos. 3. 239. — [4]) Dana. Miner. 370. — [5]) Zs. geol. Ges. 22. 667. 1870. — [6]) Brush. Amer. J. Sc. (2) 41. 246. 1866 = Jahrb. Miner. 1866. 597.

bildet den Kern oder mit Turmalinkörnchen gemengt den ganzen Krystall. Aehnlich scheint sich auch der rothe Turmalin von S. Piero, Elba, umzuwandeln.[1]) Bischof sah Turmaline von dort mit weissen, hie und da in's Grünliche spielenden Glimmerblättchen belegt, welche auch die Spaltungsflächen bedeckten. Der Turmalin war glanzlos, erdig und liess sich mit dem Messer schaben. Die Umwandlung war von aussen und von den Spaltungsflächen ausgegangen.[2])

Nach Ficinus ist der schwarze Turmalin des Granites bei Klein-Chursdorf, Sachsen, mit silberweissem Glimmer bedeckt, der auch in den Turmalin eindringt, bisweilen die Hälfte der Krystalle ausmacht. Es kommen auch Säulen vor, die im Aeusseren Turmalin gleichen, innen aber aus weissem und graulichem, talkigem Glimmer bestehen, bisweilen noch einen Kern von Turmalin enthalten. Andere Krystalle sind hohl und innen mit Glimmertafeln drusig bekleidet. Hierher gehört wohl auch das thonige, mit feinen Glimmerschuppen sehr übermengte, thonige Fossil mit rothem Strich, welches in dreiseitigen Säulen im Quarzlager der hohen Henne bei Schwarzenberg vorkommt; ferner die säuligen. dunkeln Glimmer der Gegend von Siebenlehn[3]) und Kohren. Als weitere Fundorte führt Frenzel[4]) Gottesberg i. V. und den Glimmerschiefer von Waldenburg an.

Turmaline des Chloritschiefers zu Pfitsch, Zillerthal, zeigten Blum im Querbruch ein Gemenge von Glimmer und Turmalinkörnchen; im Längsbruch sieht man ein Gemenge von grünlichweissem Glimmer, welches das Innere der Turmalinkrystalle einnimmt. Granite von Heidelberg führen schwarze Turmaline. welche bräunlichen und weissen Glimmer reichlich beigemengt enthalten; bisweilen besteht das eine Ende der Krystalle ganz aus Glimmer oder der ganze Krystall ist in ein feinglimmeriges, bräunliches, glanzloses. weiches Aggregat umgesetzt. Aehnliches zeigen schwarze Turmaline von Hörlberg bei Bodenmais. aus Pegmatit.[5]) Schwarze Turmaline von Dekalb, Lawrence Co., New York. sind mit weisslichem Glimmer überzogen, der sich auch in den Turmalin hineinzieht und mit dem Turmalin Gemenge bildet.[6]) Bischof fand in einem ockerbraunen Glimmer in Formen von Turmalin, welcher durch und durch zersetzt und dunkelockerbraun war, $36_{,33}$ pCt. Thonerde und Eisenoxyd; $1_{,50}$ pCt. Magnesia: $5_{,87}$ pCt. Kali und $1_{,80}$ pCt. Natron.[7])

Gümbel fand in Turmalinen des Pegmatites von Klautzenbach bei Zwiesel das eine Ende fast ganz durch weissen Glimmer ersetzt, während das andere Ende nur Spuren der Umwandlung zeigte. Die Glimmerschüppchen haben die Richtung der Hauptaxe der Säule und schliessen bisweilen wenig zersetzte Turmalinlamellen ein.[8])

In einem schwarzen Turmalin von unbekanntem Fundort (a) und dem mit

[1]) Blum. Pseudom. 99. — [2]) Chem. Geol. II. 563. — [3]) Blum. Pseudom. 30. 94. Nach Frenzel (Min. Lex. f. Sachsen. 232) kommt in Chursdorf und Thierbach bei Penig auch Pinit nach Turmalin vor. — [4]) Min. Lex. f. Sachsen. 132. — [5]) Blum. Pseud. 98. III. 91. Knop erwähnt (Jahrb. Miner. 1861. 146) Turmalin aus Ganggranit am Karlsthor bei Heidelberg in eine pinitoidische Substanz ganz oder theilweise umgewandelt unter merkwürdiger Volumensverminderung. — [6]) Blum. Pseudom. I. 28. — [7]) Chem. Geol. II. 749. — [8]) Geol. Beschr. d. ostbayerischen Grenzgeb. 317. 1868.

ihm verwachsenen und aus ihm entstandenen weissen Glimmer fand Rammelsberg[1])

	Turmalin sp. G. 3,057	Glimmer sp. G. 2,831
$Si O^2$	36,70	47,84
$\ddot{\ddot{A}}l$	35,35	32,36
$\ddot{\ddot{F}}e$	11,25	3,06
Mg O	4,56	1,28
Ca O	0,75	0,29
$Na^2 O$		1,55
$K^2 O$	(11,09)	10,25
$\ddot{B}$		—
Fl		—
Wasser	0,30	2,43
	100,00	99,06

Die Verminderung von Eisenoxyd und Magnesia tritt deutlich hervor. ebenso die Zunahme der Kieselsäure, Wasser ist eingetreten, Bor und Fluor fehlen im Glimmer.

Turmalin der Pegmatite bei Bodenmais, Quarzschurfe im Bärenloch, auf der Blöss und am Harlachberg, fand Gümbel in Pinit umgewandelt, der zuweilen Glimmer eingewachsen enthält. Der Pinit hat das Aussehen von braunem zersetztem Glimmer und ist senkrecht zur Längenaxe der Säule spaltbar. Er enthält[2]) a.

	$Si O^2$	$\ddot{\ddot{A}}l$	Fe O(Mn O)	Mg O	Ca O	$Na^2 O$	$K^2 O$	Wasser	
a	44,10	27,30	17,28	0,70	1,46	2,14	0,96	7,50	= 101,44
b	54,6	23,6	9,4	0,80	Spur	—	11,2	1,2	= 100
c	45,0	30,0	12,6	—	—	—	12,4	—	= 100

Schwarzen Turmalin aus Schriftgranit von Rosenbach bei Gnadenfrei, SO von Reichenbach, Schlesien, fand Tamnau im oberen Theil vollständig in eine dunkelgrüne, dickblättrige, pinitähnliche Masse umgewandelt; der untere Theil des Krystalls dürfte nur theilweise zersetzt und umgewandelt sein.[3]) An den Salbändern eines in Granulit bei Wolkenburg (Sachsen) aufsetzenden Granitganges fand H. Credner den schwarzen Turmalin in trübölgrünen Pinit umgewandelt. Der Pinit ist ausgezeichnet blättrig, so dass die Säulen aus horizontalen Tafeln aufgebaut erscheinen. Jede horizontale Absonderungsfläche ist mit einem zarten Glimmerhäutchen bedeckt.[4])

Die in Pinit umgewandelten Turmaline des Schriftgranitganges vom Heidehübel bei Neustadt-Stolpen, Sachsen, zeigen nicht selten einen scharf begrenzten Kern von schwarzem Turmalin. Der Pinit ist gelblich- bis schmutziggrün

[1]) Pogg. Ann. 81. 39. 1850 und Handb. Mineralchem. 516. — [2]) Geol. Beschr. des ostbayerischen Grenzgebirges. 1868. 320. — [3]) Zs. geol. Ges. 10. 12. 1858. Leisner (Jhb Miner. 1865. 458) fand dort Muscovit nach Turmalin mit vollständigen Endflächen. — [4]) Zs. geol. Ges. 27. 184. 1875.

oder bräunlich, oft sehr glimmerähnlich und wird selbst zu deutlich dichroitischem Glimmer. Eisenoxydhydrat fehlt nicht. Unter b und c sind die Analysen von Ficinus und Massalin angeführt. Wichmann hält den von ihm beobachteten Turmalin für ein Durchwachsungsmineral[1]) und lässt das Ursprungsmineral des Pinites unbestimmt.

Breithaupt fand den Turmalin des Granites von Katharinenburg in Ogkoit (Ripidolith) umgeändert, so dass die Säule jetzt aus Ogkoitindividuen besteht, welche in divergenten Richtungen, also durcheinander, liegen.[2])

G. Rose fand im Chloritschiefer von Kassoibrod bei Polewskoi den schwarzen, meist excentrisch zusammengehäuften Turmalin in säulenförmige Bildungen von schuppigem Chlorit fortgesetzt.[3]) Dieselbe Umwandlung fand er im Chloritschiefer von Pfitsch.[4])

Umänderungen in Talk erwähnt Frenzel an Turmalinen des Granites von Johann-Georgenstadt bei der Grube Lattenschuppe.[5])

Sillem fand in Penig Umänderungen in Speckstein. Er liegt besonders auf den Klüftflächen, dringt aber auch in's Innere und bildet dort Gemenge mit Turmalin.[6]) Blum konnte an rothem Turmalin von Rozena die Umwandlung verfolgen. Sie beginnt meist an einem Krystallende, so dass sie sich mehr auf der Oberfläche verbreitet als eindringt; Härte, Farbe, Glanz ändern sich, endlich wird der ganze Krystall bräunlichgelb und durchscheinend. Bisweilen ist das Innere noch nicht ganz umgeändert und roth. Auch der schwarze Turmalin des Pegmatites von Thiersheim zeigt Umänderungen in eine lauchgrüne specksteinartige Masse.[7]) Analysen des Specksteins fehlen; wahrscheinlich ist er Steinmark. Gümbel fand schwarzen Turmalin aus dem Pegmatit der Sägemühle bei Tirschenreuth in grünlichweisses oder durch Eisenoxyd geröthetes Steinmark umgewandelt; einzelne Krystalle bestehen theilweise selbst aus Eisenoxyd.[8])

Rhodizit, in welchem G. Rose Borsäure und Kalk nachwies, auf rothem sibirischem Turmalin vorkommend, entlehnte die Borsäure dem Turmalin.

Umänderungen der Mineralien der Chloritgruppe.

R. Walter sah aus dunkelgrünem Chlorit der Dreifaltigkeits-Kupfergrube bei Fundul-Moldovi, Bukowina, den färbenden Bestandtheil bis 40 Meter unter dem Rasen extrahirt.[9])

Chloritische Mineralien der Diabase und anderer Gesteine, zum Theil aus Hornblende und Augit hervorgegangen, geben bei Verwitterung Gemenge von

[1]) Tamnau. Zs. geol. Ges. 17. 257. 1865. Blum. Pseudom. 30. 95. cf. I. 47. Wichmann. Zs. geol. Ges. 26. 700. 1874. — [2]) Blum. Pseudom. III. 163 aus Berg- und Hüttenm. Ztg. 1853. 400. — [3]) Uralreise. Bd. I. 256. — [4]) ib. II. 502. Auch von Anker (Isis. 1837. 899) beschrieben. — [5]) Min. Lex. f. Sachsen. 331. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 390 = Blum. Pseudom. II. 54. — [7]) Pseudom. 135. — [8]) Ostbayerisches Grenzgebirge. 317. Nach p. 647 nicht Speckstein, sondern Steinmark! — [9]) Jahrb. geol. Reichsanst. 26. 363. 1876.

Brauneisen, Quarz oder Chalcedon und Karbonaten oder einen oder zwei dieser Körper.[1]) Ob in dem Brauneisen nicht noch Thonerde enthalten ist?

Der nach Genth aus Korund entstandene Chlorit liefert als Umänderungsprodukte, die in der Culsageemine beobachtet wurden:

Jefferisit $= 6\,RO + 2\,\ddot{\ddot{R}} + 5\,Si\,O^2 + 10\,aq$, $RO = Mg\,(Fe\,O)$; $\ddot{\ddot{R}} = \ddot{\ddot{Al}}\,(\ddot{\ddot{Fe}})$,
Kerrit $= 6\,RO + \ddot{\ddot{R}} + 5\,Si\,O^2 + 10\,aq$, RO und $\ddot{\ddot{R}}$ wie oben,
Maconit $= 3\,RO + 2\,\ddot{\ddot{R}} + 4\,Si\,O^2 + 5\,aq$, $RO = Mg\,O,\ K^2O\,(Na^2O)$; $\ddot{\ddot{R}} = 3\,\ddot{\ddot{Al}} + 1\,\ddot{\ddot{Fe}}$[2])

Im Fahrlauethal, einem Seitenthal des Maderaner Thals, fand Kenngott Brauneisen pseudomorph vielleicht nach stengligblättrigem Chlorit.[3])

Derben und krystallisirten Ripidolith fand in allen Stadien der Umänderung in Serpentin Dana in der Tilly Foster Eisengrube, Putnam Co., New-York. Bisweilen ist die Struktur erhalten, bisweilen vollkommen verschwunden.[4])

Aus Gneiss des Scotch Mountain, Warren Co., New-Jersey, ausgewittert fand Röpper ein weisses Mineral (sp. G. 1,961), das hexagonale Spaltbarkeit zeigt und bisweilen Formen, die an Chlorit erinnern. In Kalilauge ist es unter Hinterlassung von 8 pCt. Rückstand löslich und enthält 7,27 pCt. Wasser. Röpper hält das Mineral für eine Pseudomorphose von Opal nach Chlorit.[5])

Grosse Pseudomorphosen von Spinell nach Klinochlor der Grube Nikolai-Maximilianowsk, im Slatouster Distrikt des Urals, fand Nikolajew bestehend aus

	$\ddot{\ddot{Al}}$	Fe O	Mg O	Si O²	
	68,96	18,01	10,92	2,96	= 100,75 [6])
O =	32,20	4,00	4,33	1,58	

Wie man sieht, stimmen die Sauerstoffverhältnisse mit Spinell nur dann überein, wenn daneben ein Silikat der Formel $3\,\ddot{\ddot{Al}} + Si\,O^2$ angenommen wird.

Ripidolith.

Breithaupt fand Ripidolith (Klinochlor, Blake) von Schwarzenstein, Zillerthal, Tyrol, mit Beibehaltung der Krystallform in ein serpentinähnliches Mineral umgewandelt, während der Pyroxen, welcher jenem als Unterlage dient, ganz frisch geblieben ist.[7])

Magnesiareiche Thonerdesilikate.

Die durch die Einwirkung von Magnesiasilikatlösungen auf die Mineralien (und Gesteine) entstehenden magnesiareichen Thonerdesilikate sind zum Theil schon aufgeführt. Dahin gehört der Neolith Scheerer's (s. bei Orthoklas), der

[1]) Rosenbusch. Mikrosk. Phys. der massigen Gest. 1877. 339 und a. O. — [2]) Corundum. Proc. Amer. Philosoph. Soc. Philadelph. 13. 392 und ff. 1873. — [3]) Minerale der Schweiz. 290. — [4]) Amer. J. sc. (3) 8. 381. 1874. — [5]) ib. (2) 50. 37. 1870. — [6]) N. von Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. 5. 368 = Jahrb. Miner. 1870. 402. — [7]) Pogg. Ann. 80. 577. 1850 = Blum. Pseudom. III. 285.

ähnlich aus feldspathfreiem Leucitnephelin-Basalt der Stoffelskuppe ausgelaugt wird, die Umänderung der Oligoklase (s. S. 327).

Dem Chlorit anzureihende Silikate.

In die Nähe der Chlorite gehört eine Reihe von wasserhaltigen Thonerdesilikaten mit Eisen-, Magnesia- und Mangangehalt, Verwitterungs- und Auslaugungsprodukten, deren Entstehung sich nicht auf ein einzelnes Mineral zurückführen lässt. Ein Theil derselben tritt in Eisenerzlagerstätten auf; bisweilen findet sich etwas Alkali.

Talkchlorit von Traversella (Marignac).

Aphrosiderit, Weilburg, nach Nies[1]) Analyse $9\,RO + 6\,\ddot{R} + 8\,SiO^2 + 10\,aq$ (s. Augit S. 341); $RO = FeO$, daneben MgO; $RO^3 =$ Thonerde, daneben Eisenoxyd.

Aehnliche Zusammensetzung, zum Theil mit grösserem Magnesiagehalt zeigen die Vorkommen von Nassau (Muttershausen, Balduinstein), von Wermland und Obersteiermark.

Tabergit, Wermland,
Metaxoit, Lupikko.
Vaalit, Südafrika, Diamantendistrikt.
Vermiculith (= Jefferisit, Culsageeit, Hallit), zum Theil aus Serpentin.
Epichlorit und Metachlorit.
Delessit, Grengesit (s. Augit), Chlorophäit (s. Olivin), Nigrescit.
Strigovit, aus Gneiss von Striegau.[2])
Melanolith, Charlestown, Massachusetts (ob zu Hisingerit zu stellen?).
Thuringit, auch als Owenit von Harpers Ferry.
Cronstedtit, Przibram, Wheal Mountain, Cornwall, (s. Schwefelkies).
Grochauit, aus Serpentin von Grochau.[3])
Ekmannit, aus Magneteisengrube Grythyttan, durch hohen (bis 21,56 pCt.) Manganoxydulgehalt ausgezeichnet[4]) (S. 223).
Amesit und Euchlorit,[5]) vielleicht auch Pseudosteatit.[6])

Als thonerde- und magnesiaärmere und eisenreichere Minerale gehören auch hierher Chamoisit und Stilpnomelan (= Chalcodit). Chalcodit findet sich in der Sterlingmine, Jefferson Co., New-York, auch in pseudomorphen, hohlen, rectangulären Tafeln.[7])

Wasserhaltige Eisenoxydsilikate.

Aehnlich finden sich als Verwitterungs- und Auslaugungsprodukte, meist mit etwas Thonerde, oft mit Eisenoxydul und Magnesia u. s. w., wasserhaltige Eisenoxydsilikate, deren Entstehung sich kaum auf ein einzelnes Mineral zurück-

[1]) Mitth. d. chemisch. Laborator. Würzburg. 1873. 27 = Jahrb. Miner. 1873. 321. — [2]) cf. Websky. Zs. geol. Ges. 25. 391. 1873. — [3]) ib. 394. — [4]) Dana. Miner. 490 nach Igelström. — [5]) cf. Pisani. Jahrb. Miner. 1877. 95 und 96. — [6]) Thomson und Binney. Jahrb. Miner. 1863. 220. Mit 22 pCt. AlO^3 und 20 pCt. Wasser. — [7]) Dana. Miner. 461.

führen lässt (siehe Hornblende), die bei wechselnder Zusammensetzung keine chemischen Formeln erlauben.

Ein Theil des Eisens gehört den Eisenerzlagerstätten an, auf denen diese Mineralien nicht selten vorkommen.

Dahin gehören:

Fettbol (Freiesleben), Pinguit, Nontronit, Chloropal, Unghwarit, Gramenit, Umbra (Cypern); Bergseife.

Der grüne Chloropal von Unghwar, ein Auslaugungsprodukt der Tuffe, färbt sich durch Oxydation des Eisenoxyduls an der Luft braun. Die Zusammensetzung wechselt; K. von Hauer[1]) fand $58{,}12$ SiO^2; $21{,}27$ FeO; $0{,}66$ CaO; $20{,}27$ Wasser $= 100{,}32$. F. Hiller[2]) fand in der muscheligen Varietät des Chloropals von Meenser Steinberg (auf Klüften von Basalt) zwischen Göttingen und Münden a, in der erdigen Varietät b.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MnO	MgO	Wasser	
a	$71{,}6$	$2{,}1$	$16{,}3$	Spur	$1{,}5$	$8{,}3$	$= 99{,}8$
b	$39{,}7$	$3{,}7$	$28{,}0$	Spur	$2{,}4$	$26{,}1$	$= 99{,}9$

Nach v. Kobell[3]) und Hausmann[4]) sind die Chloropale Gemenge von Opal, der sich mit Kalilauge ausziehen lässt, und wasserhaltigem Eisenoxydsilikat, das vielleicht erst aus Eisenoxydulsilikat entstand.

Umänderungen des Andalusites.

Andalusit, wie Cyanit $\dddot{Al}\,SiO^2$, schematisch $36{,}86$ pCt. SiO^2 und $63{,}14$ pCt. $\dddot{Al}$. enthält nicht selten, Thonerde vertretend, Eisenoxyd und bisweilen geringe Mengen von Manganoxyd, ausserdem von Kalk und Magnesia. Paramorphosen von Andalusit (sp. G. $3{,}07$—$3{,}16$) in Cyanit (sp. G. $3{,}45$—$3{,}65$) sind beobachtet.

A. v. Hubert fand in Andalusiten aus dem Langtauferer Thal, am Scheibbüchel (südlich von Nauders), Tyrol, im Kern a, in der Hülle b, die er als Cyanit bezeichnet.

	a	b	c	d
SiO^2	$39{,}240$	$36{,}666$	$37{,}634$	$36{,}74$
$\dddot{Al}$	$59{,}493$	$60{,}000$	$59{,}139$	$59{,}65$
$\dddot{Fe}$	$0{,}632$	$1{,}333$	$0{,}860$	$2{,}80$
MgO	$0{,}253$	$1{,}400$	$0{,}501$	—
CaO	$0{,}506$	$0{,}933$	$2{,}007$	$0{,}49$
				Glühv. $1{,}78$
	$100{,}124$	$100{,}332$	$100{,}141$	$101{,}46$
	sp. G. $3{,}103$	sp. G. $3{,}327$	sp. G. $3{,}648$	sp. G. $3{,}401$

In Quarz eingeschlossene Pseudomorphosen in Cyanit von Krumbach, Koralp, Steiermark, gaben ihm die Zusammensetzung c.[4]) Diese Umänderung

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 10. Anhang. 14. 1859. — [2]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847—48. 1186. — [3]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1857. 671. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. I. 350. 358 = Blum. Pseudom. II. 10.

gehört demnach zu den Paramorphosen. Ob b als Paramorphose aufzufassen sei, erscheint fraglich.

Andalusit von Lisens, Tyrol, der auf der Oberfläche und im Innern grosse Blätter weissen Glimmers zeigte und in grauen Cyanit umgewandelt war, lieferte Roth die Zusammensetzung d.[1]) Blum gibt für den „grauen strahligen Andalusit" von Lisens das sp. G. 3,54.[2]) Sillem führt dieselbe Pseudomorphose in Cyanit vom Greiner[3]) an, Blum aus Minas Geraes, Brasilien. Hier hat sich der blaue Disthen in langen Blättern parallel zwei gegenüberliegenden Seitenflächen der Säule des Andalusites gebildet, so dass diese Flächen ganz mit Disthen überzogen sind, wobei sich dieser mit seinen vollkommenen Spaltungsflächen jenen parallel anlegte. Auf den beiden anderen Seitenflächen und der Endfläche der Säule des Andalusites bildet der Disthen nicht einen Ueberzug, sondern es ragen aus diesen Flächen nur einzelne Disthenblättchen mit ihren scharfen Kanten hervor, während dazwischen röthlicher körniger Andalusit liegt.[4]) Liegt Verwachsung oder Umänderung vor?

Tschermak fand in Pseudomorphosen von Bodenmais die sämmtlichen Disthensäulchen parallel angeordnet und zwar in der Richtung der längeren horizontalen Diagonale der Andalusitprismen.[5])

In einem theilweis zersetzten Andalusit von Gurbau Schiwar bei Nertschinsk (sp. G. 2,944) fand Jeremejef:

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
53,6	43,1	1,01	Spur	0,96	Spur	0,8	0,87	= 100,34

Die Zersetzung reichte zwei Linien tief, der veränderte Theil ist schmelzbar, die Oberflächen waren nicht glatt.[6])

Vollständige oder theilweise Umänderung in gelblich weissen Glimmer führt Blum an von Lisens; Lamer Wirkel und Herzogau, Baiern; Westford, Massachusetts;[7]) Heymann aus Schriftgranit von der Blöss bei Bodenmais;[8]) Jokely aus Gneiss des Kaiserwaldes, Egerer Kreis, Böhmen.[9])

Roth fand in weissem Glimmer, welcher den in grauen Cyanit umgewandelten (? s. oben) Andalusit von Lisens bedeckte und auch in das Innere eindrang,[10]) die Zusammensetzung a, Bischof in pseudomorphem Glimmer von Rancié, Dep. de l'Ariège, b. Hier hatten Andalusit und die silberweissen Glimmerblättchen Ueberzüge von Eisenocker.[11])

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Alkali	Glühverl.	
a	44,71	35,29	4,12	0,39	0,98	8,82*	5,69	= 100
b	59,01	26,56	6,63	3,64	—	4,16*	2,40	= 102,40

[1]) Zs. geol. Ges. 7. 16. 1855. — [2]) Pseudom. 17. cf. auch Peters. Jahrb. Reichsanst. 4. 242. 1853 über Vorkommen bei Kaplitz, Budweiser Kreis, Böhmen. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 524. — [4]) Pseudom. III. 13. — [5]) Wien. Akad. Ber. 47. 451. 1863. — [6]) Dana. Miner. 373 und Jahrb. Miner. 1866. 725 aus Verh. min. Ges. Petersburg. 1864. — [7]) Pseudom. 91. I. 24. III. 79. — [8]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. 1862. 184 = Jahrb. Min. 1863. 467. — [9]) Jahrb. Reichsanst. 7. 501. 1856. — [10]) Zs. geol. Ges. 7. 15. 1855. Alkali aus Verlust bestimmt. — [11]) Chem. Geol. II. 518 und 747. Alkali aus Verlust bestimmt.

Die Zusammensetzung a entspricht nahezu der der Kaliglimmer.

Nach Gümbel bedeckt in den Pegmatiten des ostbayerischen Grenzgebirges der weisse Glimmer häufig die Oberfläche der Andalusite oder verdrängt an den unteren Enden der Andalusitkrystallbüschel die Andalusitsubstanz vollständig oder ist mit Andalusit auf's Innigste verwachsen, wobei die Glimmerschuppen entweder parallel zur Längsaxe des Andalusites oder senkrecht zu ihr gestellt sind. Aber auch mitten in den frischen Andalusiten kommt weisser und schwarzer Glimmer eingeschlossen vor und ist frisch, wenn der Glimmer der Aussenfläche schon verwittert ist. In Herzogau, auf der Blöss und im Bärenloch bei Bodenmais kommen Andalusitpartien vor, deren Raum fast ausschliesslich von weissem Glimmer eingenommen wird, aber Gümbel hält nicht alle diese mit dem Andalusit vorkommenden Glimmerpartien für Pseudomorphosen. Wo der Andalusit, wie auf der Blöss, in eine weiche, fettig sich anfühlende, schabbare, onkosinähnliche Substanz verwittert, erleidet der weisse, primitiv eingewachsene Glimmer ganz oder theilweise dieselbe Umwandlung, und ebenso der benachbarte Glimmer. Dieses Produkt, oft als Speckstein bezeichnet, enthält Thonerde und ist in gewissem Grade schmelzbar, wobei die Masse sich aufbläht. Wahrscheinlich ist sie ident[1]) mit der grauen, amorphen, matten, weichen Masse von Lisens, welche nach Carius[2]) besteht aus

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	
36.53	54,05	1,04	0,91	0,02	1,20	1,54	6,92	= 101,21

Im Glimmerschiefer des Düllen ersetzt nach Gümbel weisser Glimmer den Andalusit theilweise oder fast ganz, aber Uebergänge lassen sich nicht wahrnehmen.[3])

Nach Jokely erhält der dortige, mit feinschuppigem Glimmer überzogene Andalusit im ersten Stadium ein matteres Ansehen, ist grünlichgrau nüancirt und weniger vollkommen spaltbar. Bei weiterer Umwandlung greift der Glimmer tiefer ein, erscheint dabei selbst in eine mehr speckstein- oder talkartige Masse umgewandelt, bis diese völlig überhand nimmt und als Kruste den innen noch einigermaassen frischen Andalusit überzieht.[4]) Gümbel fand in dem vor dem Löthrohr unschmelzbaren Mineral wesentlich Kieselsäure und Thonerde und 4,86 pCt. Wasser neben wenig Kalk und Spuren von Eisenoxyd und Magnesia und stellt es daher in die Nähe des Steinmarks.[5]) Greg und Lettsom führen Nakrit nach Andalusit von Wicklow, Cumberland, an.[6])

Auf dieselbe oder eine ähnliche Substanz, in der Thonerde sicher nicht fehlen wird, sind folgende Angaben zu beziehen:

Speckstein nach Andalusit von Lisens,[7]) von Aue, Sachsen,[8]) Kuplitz[9]) und Rinde von Speckstein bei Andalusiten von Bräunsdorf.[10])

[1]) Ostbayerisches Grenzgeb. 318. Nach Gümbel kommt Cordierit in dem Pegmatit der Blöss nicht vor, die darauf bezüglichen Angaben von Heymann (l. c.) sind ungenau. — [2]) Blum. Pseudom. III. 80. — [3]) Ostbayerisches Grenzgeb. 390. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. 7. 484. 1856. — [5]) l. c. — [6]) Blum. Pseudom. III. 80. — [7]) Blum. Pseudom. 128. I. 70. — [8]) H. Müller. Blum. Pseudom. III. 141. Aus Glimmerschiefer. — [9]) Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 522. Ist damit etwa der von v. Zepharovich für Andalusit

Grattarola fand in Alzi bei S. Piero in Campo, Elba, rosenrothe Andalusite von aussen her mehr oder wenig vollständig in eine specksteinähnliche, hell- bis dunkelgrüne Masse umgewandelt. Die helle Varietät a und die dunkele Varietät b ergeben, das Eisen als Oxyd angenommen:

	a	b
$Si O^2$	52,50	49,40
$\dddot{A}l$	19,57	18,80
$\dddot{F}e$	4,94	16,41
$Na^2 O$	6,23	2,17
$K^2 O$	7,71	6,63
Wasser	7,80	6,87
	98,75	100,28
	sp. G. 2,75	sp. G. 2,86

Im Mikroskop erkennt man darin eine fast farblose Hauptmasse, welche mit einer grünen Substanz und kleinen Andalusitkrystallen gemengt ist.[1]) Grattarola stellt sie in die Nähe der Pinite. In beiden kommt auf 9 $Si O^2$ 2 $\dddot{A}l$.

Durch Kohle dunkel gefärbte Andalusite (sp. G. 2,85—2,93) fand Zirkel an vielen Stellen des pyrenäischen Glimmerschiefers, so am Pic du midi; zwischen St. Sauveur und Pragnères im Thale des Gave de Pau. Im Dünnschliffe löst sich die graue Masse in klare polarisirende Andalusitsubstanz und äusserst winzige Kohlenstäubchen auf.[2])

Chiastolithe nennt man Kohle oder Gesteinsmasse einschliessende Andalusite, in denen beim Querschnitt die Kreuzform oder eine andere regelmässige Anordnung des Eingeschlossenen hervortritt. Chemische Zusammensetzung, Härte und specifisches Gewicht der reinen Hülle sind vom Andalusit bald nicht verschieden, bald stark abweichend in Folge von Verwitterung. Arfvedson fand in einem weissen Chiastolith aus der Bretagne, der so weich war, dass er vom Nagel Eindrücke annahm, eine Zusammensetzung, die von der der Kaliglimmer wenig abweicht.

$Si O^2$	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	Mg O	$K^2 O$	Wasser		
46,3	36,0	2,6	2,7	11,3	1,1	=	100[3])

Bisweilen wird die Zeichnung des Innern nur durch kohlige Substanz bewirkt, welche sich durch Glühen ziemlich schwierig entfernen lässt, bisweilen durch Gesteinsmasse. Durocher bestimmte das specifische Gewicht der Schiefer von Salles de Rohan, Bretagne, zu 2,832, der Andalusite zu 3,085, der schwarzen Masse in den Andalusiten zu 2,987 und zeigte aus der Beibehaltung der Schieferungsebenen in den Kernen der Andalusite die Bildung nach der Entstehung der Schieferung.[4])

angegebene Fundort Kosker Mühle bei Iglau gemeint oder Kuklik, Mähren? Oder Kaplitz, Budweiser Kreis? — [10]) Blum. Pseudom. I. 70.

[1]) Bollett. geol. d'Italia. 7. 335. 1876 — [2]) Zs. geol. Ges. 19. 181. 1867. Irrthümlich oft als Couzeranit von Saleix bezeichnet. Vergl. auch p. 184—186. — [3]) Berzelius. Jahresber. f. 1830. 205. — [4]) Bull. géol. (2) 3. 555. 1846.

Nach Blum ist der Chiastolith von Lancaster, Massachusetts, in weissen blättrigen Talk[1]) verändert; in Speckstein ebendort; in Héas, Pyrenäen; in Gefrees;[2]) nach Sillem[3]) in St. Brieux und der Sierra Morena. Gümbel fand im Thonschiefer von Grossensees bei Wondreb und Fuchsmühl bei Mitterteich die Chiastolithe in eine erdige zerreibliche oder steinmarkähnliche, fettig anzufühlende Masse[4]) verwandelt; im Kieselschiefer von Güttern bei Wiesau in ein grünes, fettig anzufühlendes, vor dem Löthrohr unschmelzbares Steinmark,[5]) das wesentlich Kieselsäure und Thonerde enthält.

Th. Petersen[6]) fand in Chiastolithen von Lancaster, Massachusetts, (sp. G. 2,923) a, Bunsen[7]) b (sp. G. 3,1458), Härte = 7,5.

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\ddot{Fe}$	$\ddot{Mn}$	Ca O	Wasser	
a	41,95	48,60	9,30	—	0,41	—	= 100,26
b	39,09	58,56	—	0,53	0,21	0,99	= 99,38

$$a = 8\,\dddot{Al} + 1\,\ddot{Fe} + 12\,Si\,O^2 = 3\,\dddot{R} + 4\,Si\,O^2,$$

$$b = 8\,\dddot{Al} + 9\,Si\,O^2,$$ nahezu der Andalusitformel entsprechend

Cyanit (Disthen) $\dddot{Al}\,Si\,O^2$.

Im Cyanit, $\dddot{Al}\,Si\,O^2$, also ebenso zusammengesetzt wie Andalusit, findet sich, Thonerde vertretend, bis 2 pCt. Eisenoxyd. Schematisch enthält er 36,86 pCt. $Si\,O^2$ und 63,14 pCt. $\dddot{Al}$; sp. G. 3,45—3,65.

Sandberger beobachtete an blauem, blättrigem, strahlig angeordnetem Cyanit von Villarica, Brasilien, die Umänderung der Ränder in gelblichweissen Pyrophyllit, der in Lagen mit dem Cyanit vorkommt.[8]) Ist Pyrophyllit $= \dddot{Al} + 3$ oder $4\,Si\,O^2 + aq$, mit geringen Mengen von Magnesia und Kalk, so ist Kieselsäure und Wasser aufgenommen, wenn man nicht Entfernung von Thonerde annehmen will. Nach Genth kommt dieselbe Umänderung in Nord- und Süd-Carolina und Georgia vor.

Umänderung in Glimmer führt Blum bei Disthen von Aschaffenburg an,[9]) Wiser von Monte-Campione bei Faido, Tessin.[10]) K. von Fritsch fand in den von der steilen Felswand im Osten des Val Canaria herabgestürzten Gypstrümmern Cyanit oberflächlich in hellen Glimmer umgewandelt, und in Piora und beim Naretsee eine ähnliche Umwandlung.[11])

Tschermak fand Damourit pseudomorph nach Cyanit in den Salzburger Alpen. Das dichte, apfelgrüne, stellenweise etwas blättrige Mineral (sp. G. 2,806) bildet stenglige Aggregate.[12]) Ist nach der Analyse von Schwarz Damourit $H^4\,K^2\,Al^3\,Si^6\,O^{24}$, so ist Kali, Kieselsäure und Wasser zugetreten, wenn man nicht mit Tschermak ein Austreten von Thonerde annehmen will. Auch in

[1]) Blum. Pseudom. I. 64. — [2]) ib. I. 70. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 521. — [4]) Ostbayer. Grenzgeb. 404. — [5]) ib. 383. — [6]) Pogg. Ann. 47. 186. 1839. — [7]) Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 925. — [8]) Jahrb. Miner. 1855. 315 = Blum. Pseudom. III. 139. — [9]) Pseudom. II. 25. — [10]) Blum. Pseudom. III. 81. Der Glimmer ist silberweiss. — [11]) Das Gotthardgebiet. 1873. 120. 123. — [12]) Wiener Akad. Ber. 58. 16. 1868 = Jahrb. Miner. 1869. 482.

den Quarzlinsen des Gneisses von Reschitza, Banat, fand Tschermak grüne Stengel und Säulen von Damourit pseudomorph nach Cyanit. Nach Genth wird der aus Korund entstandene Cyanit oft in Damourit umgewandelt. (s. S. 231).[1]) Pichler fand weissen Kaliglimmer pseudomorph nach Cyanit bei Ridnaun, Tyrol; die Spaltungsflächen des Glimmers sind der breiten Fläche des Disthenprismas parallel.[2])

Talk nach Disthen führt Blum an von Schneeberg; Petschau, Böhmen; Aschaffenburg; (Pfitsch- und) Zillerthal; Wustuben, Fichtelgebirge;[3]) Sillem von Sebes, Siebenbürgen.[4]) Blum fand in den Pseudomorphosen von Wustuben die ganze Masse aus feinschuppigem, lichtgrünlich- oder graulichweissem Talk bestehend, der nichts mehr vom Gefüge und von der Spaltbarkeit des Cyanites zeigt. Die Analyse Bischof's eines Cyanites von dort, der in Talk umgewandelt erschien, ergab 41,35 pCt. Kieselsäure, 56,98 pCt. Thonerde (und Eisenoxyd)[5]), 0,81 pCt. Magnesia, 0,96 pCt. Glühverlust. Nach der Magnesia berechnet Bischof 2,18 pCt. Talk und 97,82 pCt. Cyanit.[6]) Wenn die Analyse genau ist, so liegt keine Umänderung in Talk vor, sondern nur Absatz von Magnesiasilikat.

Sillem fand am Monte Campione im Paragonit Disthenkrystalle an den Enden in eine graulichweisse, specksteinartige Masse umgewandelt. Ein an den Enden gelber, in der Mitte blauer Disthen zeigte sich innen in eine specksteinartige Masse umgewandelt.[7]) Die Umwandlung in ein thonerdereiches Silikat erscheint viel wahrscheinlicher.

Topas.

Topas ($5\,Al\,Si\,O^5 + Al\,Si\,Fl^{10}$) enthält schematisch

$$Fl\ 17{,}48;\ Si\ 15{,}46;\ Al\ 30{,}25;\ O\ 36{,}81 = 100 =$$
$$Fl\ 17{,}48;\ SiO^2\ 33{,}13;\ \ddot{A}l\ 56{,}75 = 107{,}36.$$

Manche Topase (Sibirien) zeigen eine weisse undurchsichtige Rinde, welche eine Veränderung bezeichnet.

Nach Frenzel[8]) bestehen die gewöhnlich als Steinmark, selbst als Speckstein bezeichneten Pseudomorphosen des Topases von Ehrenfriedersdorf, Schlaggenwalde, Pobershau aus Gilbertit (sp. G. 2,65—2,72), der sich von Kaolin dadurch unterscheidet, dass er sich nur zu kleinen Blättchen zerstossen lässt, während Kaolin zu Staub pulverisirt werden kann. Der dichte bis krystallinischkörnige, blättrige, vor dem Löthrohr schmelzbare, durchscheinende, grünlich- bis gelblichweisse Gilbertit, dessen Zusammensetzung sich der der Kaliglimmer nähert, kommt nur auf Zinnerzgängen vor, gemeinschaftlich mit Nakrit, dessen Entstehung jünger ist. Frenzel fand in dichtem Gilbertit von Ehrenfriedersdorf a, von Pobershau b, in krystallinischblättrigem von Ehrenfriedersdorf c.

[1]) Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia. 13. 381. 1873. — [2]) Jahrb. Miner. 1871. 57. — [3]) Pseudom. 108; I. 65; Pfitsch nach Liebener und Vorhauser. Min. Tyrols. Petschau nach Kapp (Jhb. Miner. 1843. 328). — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 389 = Blum. Pseudom. II. 48. — [5]) Aus dem Verlust bestimmt 56,50 pCt., durch Salzsäure ausgezogen 0,48 pCt. — [6]) Chem. Geolog. II. 521. — [7]) Jahrb. Miner. 1851. 406 und 1852. 521. — [8]) Jahrb. Miner. 1873. 795.

	SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	Fluor		
a	48,96	30,96	2,24	1,97	0,26	1,65	8,47	3,83	1,04	=	99,38
b	48,10	32,30	3,30	1,12	0,40	—	10,02	4,09	0,81	=	100,14
c	48,10	31,55	3,10	1,33	1,30	2,14	8,62	3,52	0,88	=	100,54

Nach Blum, der diese Pseudomorphosen von Ehrenfriedersdorf als Speckstein bezeichnet, beginnt die Umänderung meist da, wo die Krystalle aufgewachsen sind, oder wenn sie ganz von Specksteinmasse umgeben waren, zuweilen an verschiedenen Stellen, meist an der Oberfläche. Er fand einen Krystall an beiden Enden schon angegriffen, trübe und weich geworden, während die Mitte noch durchsichtig, stark glänzend und hart war. Dieselbe Umwandlung fand er an Topas und Pyknit von Böhmisch-Zinnwald.[1])

Umwandlung in Steinmark führt Blum an aus Morro de Caxamba bei Ouro Preto, Brasilien,[2]) Sillem vom Schneckenstein,[3]) nach Clark's Analyse blättriger Nakrit (sp. G. 2,6) = $2 SiO^2 + \ddot{Al} + 2 aq$ mit 0,89 pCt. MgO. Durch concentrirte Salzsäure unvollständig zersetzbar.

Umwandlung in Kaolin (Steinmark) von Schlaggenwalde erwähnt Reuss. Die bräunlichgelbe Masse ist an den Kanten vollkommen dicht, durchscheinend, fettig glänzend, weich, und fühlt sich seifenartig an, daher sie früher als Speckstein beschrieben wurde. Der vor dem Löthrohr unschmelzbare Kaolin enthielt Kieselsäure, Thonerde, Wasser, etwas Eisenoxyd, aber keine Magnesia. Bisweilen ist die Umwandlung vollständig, bisweilen nur äusserlich; der nicht umgewandelte Topas des Innern ist theils frisch, theils matt, weiss, bröcklig.[4]) Aus der Nichtschmelzbarkeit geht hervor, dass nicht Gilbertit vorliegt.

Pyrophysalith in Pinit und Glimmer verwandelt fand Zittel in Kårarfvet bei Fahlun im Granit. Zuerst entstand Pinit, der jetzt das Innere bildet als matte, dichte, weiche, unreinröthlichbraune Masse; aus dem Pinit entstand dann Kaliglimmer, dessen grünlichgelbe Blättchen das Aeussere des Krystalls bilden. Sie liegen einer Fläche von ∞ P parallel, während sie mit ihren Seiten aus der anstossenden Fläche ∞ P hervorragen, dann haben sie sich auf P und 2 P $\breve{\infty}$ diesen Flächen parallel angeordnet.[5])

Prosopit.

Im Zinnstockwerk bei Altenberg, Sachsen, kommen farblose bis weisse, monokline Krystalle vor, die nach Scherer enthalten: Fluorkiesel 8,96 pCt., Thonerde 42,68 pCt., Kalk 22,98 pCt., Manganoxydul 0,31 pCt, Magnesia 0,25 pCt., Kali 0,15 pCt., Wasser 15,50 pCt. = 90,83. Auf die Zusammensetzung lässt sich daraus kein Schluss ziehen. Flussspath ist fast stets Begleiter des frischen und umgewandelten Prosopites. Die Umwandlung liefert nach Richter's Analyse Kaolin (Nakrit) = 45,63 pCt. SiO^2, 39,89 pCt. $\ddot{Al}$, 0,60 pCt. CaO und 13,70 pCt. Wasser = 99,82. Sie schreitet von aussen nach innen vor; die durchsichtigen

[1]) Pseudom. 130. — [2]) Pseudom. 66. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 535. — [4]) Jahrb. Miner. 1861. 79 aus Lotos 1860. — [5]) Blum. Pseudom. III. 103.

Krystalle werden trübe, wolkig und flockig im Innern, dann undurchsichtig, endlich entsteht der gelblichweisse Nakrit. Oder es entsteht zuerst eine glatte braune Rinde, unter welcher sich der Nakrit bildet. Eisenglanz bedeckt und durchzieht die umgeänderten Krystalle.[1])

Nakrit nach Prosopit von Schlaggenwalde untersuchte E. Geinitz. Der weiche, gelbe, fettglänzende Prosopit enthält meist frische Topaskrystalle. Zuerst entsteht auf Rissen und Sprüngen eine kleinfaserige schmutziggelbe Substanz, aus der Nakritbüschel hervorgehen. Auch direkt aus dem Prosopit entsteht Nakrit. An der Spitze der Nakritbüschel gewahrt man braune Blättchen von Magnesiaglimmer.[2])

Eine wesentlich aus Kalk, Manganoxydul, etwas Eisenoxyd, Phosphorsäure nebst einer Spur Thonerde bestehende, von Flussspath begleitete Pseudomorphose von Schlaggenwalde, Böhmen, deutete Breithaupt als Pseudomorphose von Apatit nach Eisenvitriol, Scheerer als umgewandelten Prosopit oder Herderit.[3])

Umänderung des Spodumens (Triphans).

Spodumen ($3\,Li^2\,Si\,O^3 + 4\,Al\,Si^3\,O^9$, Li^2 zum Theil durch Na^2, Ka^2 ersetzt. sp. G. $3{,}1$—$3{,}2$) zeigt bei der Verwitterung einen hohen Kaligehalt, während die Lithionmenge sinkt. die Krystalle werden matt, weicher und leichter (sp. G. $3{,}073$).

Julien fand Pihlit (H = 2, sp. G. $2{,}696$) in Chesterfield, Mass., pseudomorph nach Spodumen. Pihlit enthält etwa $Si\,O^2$ 56 pCt., $\dddot{Al}$ ($\dddot{Fe}$) 28 pCt., $Na^2\,O$ 10,5 pCt., $K^2\,O$ 4,5 pCt.[4]) Nach Dana wahrscheinlich ident mit Shepard's Cymatolit von Goshen, Mass., und Norwich, der dort Spodumen bis 3/4 Zoll tief bedeckt und auch als Fortsetzung von Spodumenkrystallen auftritt. Er enthält nach Burton in Goshen:[5])

$Si\,O^2$	$\dddot{Al}$	$Ca\,O$	Na^2O	$K^2\,O$	$Li^2\,O$	Wasser
61,21	28,01	0,43	0,33	4,54	0,57	3,83 = 99.12.

Des Cloizeaux betrachtet den Killinit, der in Killiney und Dalkey bei Dublin mit Spodumen vorkommt, als verwitterten Spodumen. Killinit (sp. G. $2{,}65$—$2{,}71$) hat eine wechselnde Zusammensetzung, alle Analysen geben Kali (bis 6 pCt.), Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalk, Magnesia (4—5 pCt. zusammen), etwa 50 pCt. Kieselsäure, 30 pCt. Thonerde und 8—10 pCt. Wasser; Lithion (0,46 pCt.) giebt nur die Analyse von Mallet.

[1]) Blum. Pseudom. III. 54. Vergl. Dana. Miner. 130. E. Geinitz. Jahrb. Miner. 1876. 495. — [2]) l. c. 492, wo die Litteratur angeführt ist. — [3]) Pogg. Ann. 92. 612. 1854. cf. Blum. Pseud. II. 137. — [4]) E. Dana. Sec. app. to Dana's Miner. 1875. 44 aus Amer. Chem. II. I. 300. 1871. — [5]) Dana. Miner. 456.

Verwitterung des Petalites.

Grattarola fand in den Granitgängen von S. Piero in Campo, Elba, den Castor ($\overset{I}{R}^6 Al^4 Si^{30} O^{75}$, $\overset{I}{R}$ = Li, Na, K) in Hydrocastorit,[1] faserige Nädelchen, umgewandelt, welche enthalten:

	SiO^2	$\dddot{A}l$	CaO	Wasser	
	$59_{,59}$	$21_{,35}$	$4_{,38}$	$14_{,66}$	$= 99_{,98}$
O	$31_{,78}$	$9_{,97}$	$1_{,25}$	$13_{,03}$	

Etwa $3\,CaO + 8\,\dddot{A}l + 38\,SiO^2 + 30$ Wasser. Kalk und Wasser sind aufgenommen, das Verhältniss von Thonerde zu Kieselsäure ist geändert.

Veränderungen des Berylls.

Schematisch besteht der Beryll ($3\,BeO\,SiO^2 + \dddot{A}l\,3\,SiO^2$) aus $66_{,82}$ pCt. SiO^2; $19_{,08}$ pCt. $\dddot{A}l$ und $14_{,11}$ BeO.

In verwittertem und zerreiblich gewordenem Beryll von Tirschenreuth, Oberpfalz, fand H. Müller[2]) $58_{,8}$ pCt. SiO^2, $24_{,7}$ $\dddot{A}l$, $2_{,6}$ $\dddot{F}e$, $10_{,2}$ BeO und $2_{,5}$ pCt. Wasser. Einen stärker verwitterten Beryll aus dem Pegmatit von la Vilate bei Limoges untersuchte Damour. Die Form war erhalten, Glanz, Härte und Transparenz verloren, in der erdigen Masse lagen krystallinische, nicht veränderte Körner. Die erdige Masse, Kaolin, enthielt:

SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	BeO	CaO	Wasser	
$45_{,61}$	$38_{,86}$	$0_{,94}$	$1_{,10}$	Spur	$14_{,04}$	$= 100_{,55}$.

entsprechend $\dddot{A}l\,SiO^2 + 2$ aq. Von dem Ganzen löst sich ein Theil in Salzsäure der Formel $2\,\dddot{A}l + 3\,SiO^2 + 6$ aq entsprechend, während der Rest mit dem ganzen Gehalt an Beryllerde (ohne Rücksicht auf diese $= 4\,\dddot{A}l + 9\,SiO^2 + 6$ aq) nur in Schwefelsäure löslich ist.[3])

Von S. Piero in Campo, Elba, erwähnt vom Rath wie zerfressen aussehende Berylle,[4]) Stelzner von San Roque, Sierra de Cordoba, Argentinien, mehr oder weniger verwitterte, lichtgrüngelb gewordene, glanzlose, nicht mehr durchscheinende Berylle, die endlich ganz mürbe und zerreiblich werden.[5])

Umwandlungen in Brauneisen beobachtete Döll im Granit von Aschaffenburg, Sillem in Rabenstein und Bodenmais. Einzelne Säulen sind an einem Ende gar nicht oder kaum durch etwas Brauneisen verändert, während das andere Ende aus einem Gemenge von Beryll und Brauneisen besteht; an anderen Krystallen ist die Umwandlung mehr oder weniger fortgeschritten. Eine Säule war ganz in Brauneisen umgewandelt, innen mit Quarz gemengt, welcher am oberen Ende die Mitte des Krystalls ganz erfüllt. Im Innern ist

[1]) Bull. geol. d'Italia. 7. 326. 1876. — [2]) J. pr. Chem. 58. 180 und Jahrb. Miner. 1853. 367. In Schwefelsäure waren $57_{,4}$ pCt. löslich. — [3]) Des Cloizeaux. Minér. 1. 369 = Blum. Pseudom. III. 58; Damour in Bull. géol. (2) 7. 227. 1850. — [4]) Zs. geol. Ges. 22. 662. 1870 (vergl. Bechi. Bull. geol. Comit. d'Italia. 1870. 83 über Beryll, nur aus $63_{,70}$ pCt. SiO^2 und $36_{,28}$ pCt. BeO bestehend). — [5]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 221.

das dichte Brauneisen mit schwarzen glänzenden Körnern, vielleicht von Nadeleisen, gemengt.[1]) Sillem fand in Bodenmais Beryll in ein Gemenge von Beryll und Glimmer verwandelt, oder mit Glimmer durchwachsen.[2]) Dasselbe berichtet Blum auch von Beryllen aus Royalston, Massachusetts. Nach G. Rose fand Berzelius in Finbo Berylle ganz in Glimmer umgewandelt und beschrieb sie als Pseudosmaragd.[3]) Smaragde von Katharinenburg verlaufen an den Enden oft in ein Gemenge von Smaragd und Glimmer.

Mehr oder minder veränderte Berylle fand Blum in Granit der Hirschgasse bei Heidelberg. Die Krystalle sind glanzlos, rauh, matt; innen enthält das körnige Aggregat Quarzkörnchen und Glimmerblättchen. Das eine Ende ist frisch, das andere besteht fast ganz aus Quarz und Glimmer, oder der ganze Krystall besteht aus vorherrschenden runden Quarzkörnchen und feinen Glimmerschüppchen und ist mit einer feinen Rinde von Rotheisenrahm überzogen. In anderen Fällen ist die Beryllsubstanz beinahe ganz verschwunden; der Raum, den sie einnahm, ist entweder ganz leer oder theilweise mit einem porösen Aggregat von Körnchen oder Kryställchen von Quarz erfüllt.[4])

Die Bildung von Glimmer setzt Zufuhr von Alkali voraus, den der begleitende Feldspath lieferte. Die Bildung der Hohlräume ist wohl nur durch mechanische Fortführung des Kaolins zu erklären, während sich der Absatz von Quarz von selbst erklärt. Die Hülle von Eisenrahm stammt entweder aus Zufuhr von Eisenoxyd oder aus dem Eisenoxydgehalt des Berylls.

Quarz nach Beryll fand Gümbel im Pegmatit von Herzogau.[5])

Umänderung des Staurolithes.

Reiner quarzfreier Staurolith ($H^2 \overset{II}{R}{}^3 Al^6 Si^6 O^{34}$, $\overset{II}{R} = 3\,Fe\,O$ [mit etwas $Mn\,O$] $+ 1\,Mg\,O$) enthält schematisch 30,37 pCt. $Si\,O^2$; 51,92 $\ddot{Al}$; 13,66 $Fe\,O$; 2,53 $Mg\,O$; 1,52 pCt. Wasser.[6])

Nach v. Leonhard führt Blum Staurolith in Speckstein umgewandelt an. Sillem nennt als Fundort Monte Campione, Tessin, wo er den in Paragonit mit Disthen vorkommenden Staurolith innen in eine graulichweisse specksteinähnliche Masse umgewandelt fand.[7]) Eine Umwandlung in Kaolin erscheint nach dem grossen Thonerdegehalt viel wahrscheinlicher.

Rand führt eine Pseudomorphose in Serpentin an aus einem Specksteinlager von Mill Creek bei Philadelphia.[8])

[1]) Jahrb. Miner. 1851. 329 und 398; 1852. 524 und 530. Pogg. Ann. 70. 568 = Blum. Pseudom. II. 119. Nach Gümbel (Ostbayer. Grenzgeb. 321), der nie etwas Aehnliches dort fand, hat vielleicht Pseudotriplit Veranlassung zu Sillem's Annahme gegeben. — [2]) Jahrb. Miner. 1851. 330 und 1852. 524. — [3]) Bischof. Chem. Geol. II. 756. — [4]) Blum. Pseudom. II. 42. — [5]) Gümbel. Ostbayer. Grenzgeb. 327. — [6]) Einen an Manganoxydul und Zinkoxyd reichen Staurolith analysirte Genth von der Cantongrube, Georgia. Amer. J. Sc. (2) 33. 198. Auch Eisenoxyd findet sich in Staurolith. — [7]) Blum. Pseudom. 135. Sillem. Jahrb. Miner. 1851. 406 und 1852. 521. — [8]) Aus Proc. Acad. natur. sc. Philadelph. 1871. 303 in Sill. Amer. J. (3) 4. 71. 1872.

Pichler fand Staurolith eines Glimmerschieferfindlings bei Hall, Tyrol, in eine weiche, milde, graulichviolette, an den Kanten zu weissem Email schmelzbare Substanz umgewandelt, welche ganz mit silberweissen Glimmerschüppchen erfüllt ist. Aehnliches Vorkommen im Phyllit ober dem heiligen Wasser bei Innsbruck.[1])

Der an fremden Einschlüssen, namentlich an Quarz, reiche Staurolith führt auf Spalten ziemlich allgemein grüne chloritische oder braune glimmerartige Zersetzungsprodukte.[2])

Umänderungen des Orthites (Allanites, Cerins, Bucklandites).

Orthit. ein durch die Cermetalle (Cer, Lanthan, Didym) charakterisirtes, thonerdehaltiges Silikat enthält beide Oxyde des Eisens, Kalk, wenig Magnesia und Manganoxydul, bisweilen Yttererde. Die Mehrzahl der Analysen gibt Wasser an. das wahrscheinlich als H in die Formel gehört. In den veränderten Orthiten steigt der Wassergehalt bis auf 17,55 pCt.[3]). daneben finden sich Karbonate ein und der Kalkgehalt sinkt.

Nach Dana entsteht Lanthanit (La [Di] O $+$ C O^2 $+$ 3 aq) vielleicht aus Allanit.[4]) Als Seltenheit kommt im schwarzen Allanit von Bastnäs Hamartit vor (R Fl^2 $+$ 2 R C O^3; R $=$ 3 La $+$ 2 Ce).

Der leicht verwitternde Orthit des Ilmenauer Granites umgibt sich nach v. Fritsch anfangs mit einem blutrothen Ring und hinterlässt dann rundliche Körner, welche sich nach und nach auflösen, so dass ein brauner eisenschüssiger Thon zurückbleibt.[5]) Nach Blum werden die Orthite von Hitteroe zum Theil von aussen lauch- und berggrün oder ockergelb, innen matt, rissig, weich; dann bilden sich auf der Oberfläche, später auch in den Rissen und Sprüngen, bräunlichgrüne Glimmerschüppchen, bis endlich der Orthit in ein fein schuppiges Glimmeraggregat verwandelt ist.[6])

Umänderungen des Vesuvians (Idokras).

G. Leonhard fand Idokras von Arendal aussen verwittert, zerfressen und häufig gebleicht.[7]) Die schalenförmig aufgebauten Idokrase zeigen zwischen Kern und Hülle zuweilen eine dünne fremdartige Ablösungsmasse (Hausmann).

An Vesuviankrystallen von Eger, Norwegen, fand Tschermak nur die Oberfläche frisch und hart, im Innern erblickt man überall nur zerstörte poröse Zersetzungsreste.[8]) Idokrase von Schwarzensteinalp im Zillerthal (aus Chloritschiefer) fand v. Zepharovich mit graugrünem mattem Ueberzug versehen, manche waren durchaus verändert und innen löcherig.[9])

[1]) Jahrb. Miner. 1871. 55. — [2]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 251. — [3]) Pyrorthit von Kårarfvet bei Fahlun enthält 26,50 pCt. Wasser und 31 pCt. kohlige Stoffe nach Berzelius. Vergl. Rammelsberg. Zs. geol. Ges. 24. 60. 1872. — [4]) Miner. 289. — [5]) Zs. geol. Ges. 12. 105. — [6]) Pseudom. III. 104. — [7]) Jahrb. Min. 1841. 75. — [8]) Wien. Akad. Ber. 49. 356. 1864. — [9]) Min. Lex. f. Oesterreich. II. 336.

Wo in Haslau Egeran mit Periklin in Berührung kommt, erscheint er oberflächlich wie in einzelne Nadeln zertheilt oder angefressen.[1])

Von aussen beginnende Umwandlung in eine weissliche, weiche, specksteinartige Masse erwähnt Blum bei Idokras von der Mussaalp; von den Nasimowschen Bergen, Gouv. Orenburg, aus Serpentin; von Monzoni.[2])

Theilweise Umwandlung in Glimmer fanden Liebener und Vorhauser am Idokras von Canzocoli bei Predazzo, Fleimser Thal.[3])

Chlorit nach Idokras von Achmatowsk sah Blum; dem blättrig schuppigen Chloritaggregat war etwas Kalkspath beigemengt. Die Umwandlung begann, wo die Krystalle aufgewachsen sind, längere Krystalle sind am oberen Ende mehr oder weniger unverändert.[4]) Miklaschewski fand dieselbe Pseudomorphose bei Slatoust.[5])

Ausser Aufnahme von Wasser und Magnesia würde die Hauptveränderung in Abgabe des Kalkes bestehen.

An einer Chloritschieferstufe von Slatoust fand Tschermak alle Vesuviankrystalle bis auf eine dünne Rinde zerstört, die Endflächen sind stets durchfressen. In einem Stadium der Umwandlung zeigt sich innen ein morscher Rest von Vesuvian, in den Zwischenräumen findet sich Klinochlor, Diopsid und Granat; oft nehmen nur diese drei Mineralien den inneren Raum mehr oder weniger vollständig ein und der Vesuvian ist innen vollständig verschwunden. Das Ganze war wahrscheinlich von Kalk bedeckt, der künstlich weggeätzt wurde.

Vesuviansäulen aus Chloritschiefer von Achmatowsk fand Tschermak theilweise ausgehöhlt; in der dünnen Hülle fand sich Klinochlor und Diopsid. Das Ganze war mit Kalk umgeben und erfüllt, der jetzt künstlich weggeätzt ist. Er konnte alle Stadien der fortlaufenden Umwandlung des Innern verfolgen, während die Oberfläche unversehrt bleibt. Tschermak nimmt an, dass man nicht Perimorphosen vor sich habe, d. h. ursprüngliche Bildung einer Vesuvianhülle mit Inhalt von Kalkspath, Vesuvian, Granat, Klinochlor, sondern Pseudomorphosen.[6]) Auch im Oberhollersbachthal, Pinzgau, fand er Vesuvian ganz oder zum Theil in Klinochlor umgewandelt. Die Veränderung schritt von innen nach aussen vor, wenig veränderte Krystalle sind innen etwas porös.[7])

Nach Sillem findet sich zu Eg bei Christiansand, Norwegen, Idokras theils in Wernerit, theils in ein Gemenge von Wernerit und Granat umgewandelt. Die Krystalle sind löcherig oder hohl. Ein ganz in Wernerit umgewandelter Idokras scheint aus mehreren Lagen gebildet und trägt auf der Oberfläche einzelne Werneritkrystalle.[8])

Idokrase von Rezbanya, welche Granat, Kalkspath und Glimmer einschliessen, betrachtet Peters als Perimorphosen, ebenso derartige Krystalle von Orawitza.[9])

[1]) Min. Lex. f. Oesterr. II. 337. — [2]) Pseudom. 136. Man wird Thonerdegehalt voraussetzen dürfen. — [3]) Mineralien Tyrol's. 142 = Blum. III. 92 und I. 29. — [4]) Blum. Pseudom. III. 166 und Jahrb. Miner. 1865. 265. — [5]) Berg- und Hüttenm. Ztg. 23. 180. — [6]) Wien. Akad. Ber. 49. 350. 1864. — [7]) Miner. Mitth. 1873. 46. — [8]) Jahrb. Miner. 1852. 524 und Blum. Pseudom. II. 46. — [9]) Wien. Akad. Ber. 44. 131. 1861.

Fassait nach Vesuvian führt Döll an von Cziklowa, Banat.[1])

Lemberg fand bei Canzocoli den Vesuvian unter Austritt von Kalk und Alkali in wasserhaltige. an Magnesia reiche Verbindungen umgewandelt.[2])

1. Wachsgelber Grus; amorph, weich, bisweilen fettglänzend.
2. Compaktes. krystallinisch körniges. stellenweis serpentinartig amorphes Stück aus 1.

	1	2
SiO^2	35,15	33,09
$\dddot{Al}$	12,02	12,12
$\dddot{Fe}$	6,47	8,52
Mg O	12,58	7,94
Ca O	20,36	27,01
Na^2O	—	—
K^2O	—	—
Wasser	8,58	4,86
$CaOCO^2$	4,12	4,59
	99,28	98,13

Geschmolzener Vesuvian, mit Chlormagnesiumlösung behandelt. zeigt dieselbe Ersetzung des Kalkes durch Magnesia.[3])

Umwandlungen des Gehlenits ($Ca^3 \text{R} Si^2 O^{10}$).

Die Analysen des Gehlenites weichen erheblich, namentlich im Wassergehalt von einander ab. Aus dem kalkreichen Mineral ($\text{R}O^3$ etwa $6\,\dddot{Al} + 1\,\dddot{Fe}$) entstehen durch kohlensaure Wasser Karbonate. welche sich in und an den veränderten Krystallen finden.

Sillem fand Gehlenit von Monzoni zum Theil vollständig in eine specksteinähnliche Masse umgewandelt.[4]) Bischof[5]) untersuchte einen sehr veränderten dunkelgrauschwarzen Gehlenit von dort, der. viel härter als Serpentin, von anhängendem Kalkspath befreit war (a). Lemberg[6]) fand den gelblichbraunen oder grauen Gehlenit von dort (B), bisweilen mit vollständiger Erhaltung der Krystallform (0 P, ∞ P ∞) in eine lauch- oder dunkelgrüne, fettglänzende. serpentinähnliche Masse verwandelt (c). Man sieht. es liegt weder Speckstein noch Serpentin vor.

[1]) Tschermak. Min. Mitth. 1874. 85. — [2]) Zs. geol. Ges. 24. 209. 1872. cf. p. 202. 203. 205. — [3]) ib. 249. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 330 und 1852. 522. — [5]) Chem. Geol. II. 783. Auch Angaben über ein Verwitterungsprodukt. — [6]) Zs. geol. Ges. 24. 248. 1872.

	a	B	c	d	e
$Si\,O^2$	31,62	30,01	28,75	27,49	28.17
$\dddot{Al}$	23,79	21.33	17,83	21,45	17.65
$\dddot{Fe}$	10,47	3.56	3,41	3,51	4.83
Mg O	2.84	3,77	29,60	23.50	28.10
Ca O	31.13	36,74	4,76	7,52	2.74
$Ca\,O\,C\,O^3$	—	—	—	1,00	3.27
Glühverlust	1,28	4,72	15,93	14,66	14,30
	101,13	100,13	100,28	99.13	100,08

Als Lemberg Gehlenitpulver einen Monat lang auf dem Dampfbade mit Chlormagnesium behandelte, erhielt der bei 130⁰ getrocknete und ausgewaschene Rückstand, der etwas Kohlensäure aus der Luft anzog, die unter d angegebenen Bestandtheile, welche nahe genug mit c übereinstimmen. Unter e ist die nahestehende Analyse von gelblichen oder braunen, amorphen, serpentinartigen Knollen gegeben, welche neben derbem Gehlenit und Predazzit in der Nähe eines Melaphyrganges auf der Margola am Monzoni vorkommen.[1]) Während a zunächst Zunahme des Eisenoxydes zeigt, tritt in c, d, e die Ersetzung des Kalkes in dem Silikat durch Magnesia und die Wasseraufnahme hervor. Die hohe Temperatur ist nicht erforderlich, sie beschleunigt nur die Umwandlung.

Janowski[2]) fand im frischen Kern grüner Gehlenite von Orawitza (sp. G. 3.01), welcher bis 3 mm grosse Vesuviankörner eingesprengt enthielt, a und in der amorphen, braunen, weichen Kruste b:

	$Si\,O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Fe O	Mg O	Ca O	Glühverlust	
a	30,73	22,24	0,41	3,01	6.10	37.93	0,37	= 100,79

	$Si\,O^2$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	$Mg\,O\,C\,O^2$	$Ca\,O\,C\,O^2$	Wasser	
b	27,98	30.23	8.51	0,55	3,76	29.36	= 100,39

V. v. Zepharovich bestimmte b als Samoit, in welchem viel Thonerde durch Eisenoxyd vertreten ist.[3]) Wahrscheinlich liegt in diesem Produkt der Umwandelung ein Gemenge vor, das etwa $10\,Si\,O^2 + 8\,\ddot{R}\,O^3 + 36$ aq entspricht. Unter Zuführung von Eisenoxyd ist aller Kalk und alle Magnesia in Karbonat umgewandelt, Kieselsäure entfernt, Wasser aufgenommen worden. Aehnliche wasserhaltige Thonerdesilikate bleiben bei der Verwitterung zahlreicher Thonerdesilikate übrig.

Umänderungen von Skapolith (Wernerit, Paranthin).

Die grosse Schwankung der Zusammensetzung des Skapolithes ist wohl zum Theil durch die häufige Verwitterung und Umänderung bedingt, welche sich durch das trübe und matte Ansehen, grössere Weichheit, Unschmelzbarkeit

[1]) Zs. geol. Ges. 24. 212. Aus Gehlenit oder Vesuvian entstanden. Nach p. 248 aus derbem Gehlenit. — [2]) Ber. deutsch. chem. Ges. 1873. 1454 und 1874. 109. — [3]) Wien. Akad. Ber. 1. Abth. 69. 26. 1874.

vor dem Löthrohr, Unzersetzbarkeit durch Säuren, Gehalt an Wasser und Kalkkarbonat zu erkennen gibt. Der Kalkgehalt wechselt von 20—3 pCt., der Kieselsäuregehalt von 41 bis 61 pCt.. die kalkreichen Skapolithe sind zugleich die kieselsäureärmsten. Diese letztere Reihe entspricht etwa $m (Ca O + \dddot{Al} + 2 SiO^2) + n(Na^2 O K^2 O + \dddot{Al} + 2 SiO^2)$; andere geben $m(3 CaO + 2 \dddot{Al} + 5 SiO^2) + n (3 Na^2 O K^2 O + 2 \dddot{Al} + 5 Si O^2)$; andere $R O + \dddot{Al} + 3 Si O^2$, $R O = Na^2 O$, $K^2 O$, $Ca O$; einige $3 R O + 2 \dddot{Al} + 6 Si O^2$, $R O = Na^2 O$, $K^2 O$, $Ca O$; auch $6 R O + 4 \dddot{Al} + 15 Si O^2$, $R O = Na^2 O$, $K^2 O$, $Ca O$ kommt vor.

Häufig findet sich etwas Eisenoxyd (ob immer in Folge von Umänderung?) und Magnesia (Manganoxydul). Mittleres sp. G. 2,72.

In gelben umgeänderten Skapolithen von Bolton fand vom Rath 7,80 pCt. Kalkkarbonat. in rothem von Arendal 7,90 pCt. $\dddot{Fe}$ und 4,02 pCt. Mg O. Bei Umwandlung in gelben und rothen Skapolith tritt nach vom Rath ein: Kali. Magnesia. Eisenoxyd, während Thonerde und Kalk austreten.[1]) In umgeänderten schwarzen Skapolithen von Arendal (sp. G. 2,837) fand er 4,63 pCt. Kalkkarbonat und 10,89 pCt. Wasser und Bitumen, 8,50 pCt. Mg O; 19,14 pCt $\dddot{Fe}$. Magnesia und Eisenoxyd. Wasser treten ein. Kalk und Thonerde aus.[2])

Massen von Werneritform kommen vor, die aus Glimmer. Epidot, Augit. Hornblende. Albit, Pektolith bestehen, ferner wird die Umwandlung in Thon und thonerdehaltige Kieselsäure angeführt. Die Umwandlung in Speckstein wird wahrscheinlich die in thonerdehaltige Silikate bedeuten. Zum Skapolith gehören Porzellanspath, Dipyr und Couseranit.

Verwitterung von Porzellanspath.

Wittstein[3]) fand in Porzellanspath von Steinhag bei Passau (sp. G. 2,690) I, Kobell von Obernzell II.

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$Ca O$	$Na^2 O$	$K^2 O$	Wasser	Cl Na		
I	54,875	25,824	11,625	3,856	1,500	—	2,151	=	99,331
O	29,27	11,82	3,32	1,00	0,26	—	—		
II	50,29	27,37	13,53	5,92	0,17	—	—	=	97,28
O	26,82	12,77	3,87	1,53	0,03				

O in I = 4,58 : 11,82 : 29,27 : = 1 : 2,38 : 6,38 : = 1,16 : 3 : 7,43
II 5,43 : 12,77 : 26,82 : = 1 : 2,35 : 4,94 : = 1,28 : 3 : 6,31
3 3,79 : 14,12 : 24,81 : = 1 : 3,73 : 6,55 : = 0,81 : 3 : 5,27

Verwitterter Porzellanspath 3 von Mitterwasser bei Passau enthielt[3])

	$Si O^2$	$\dddot{Al}$	$Ca O$	$Na^2 O$	Wasser		
	46,52	30,23	10,88	2,65	9,53	=	99,81
O	24,81	14,12	3,11	0,68	8,47		

Der Porzellanspath liefert durch weitere Verwitterung Porzellanerde. aber

[1]) Pogg. Ann. 90. 298. 301. 314. 1853. — [2]) ib. 304. 314. — [3]) Gümbel. Ostbayer. Grenzgeb. 358.

nicht alle Porzellanerde um Passau entstand aus ihm. Oft ist der begleitende Orthoklas noch frisch, wenn der Porzellanspath schon zu Porzellanerde verwittert ist, welche endlich auch aus dem Orthoklas hervorgeht. Die Kieselsäure, welche bei der Verwitterung abgeschieden wird, findet sich als Opal, Halbopal, Jaspopal neben der Porzellanerde.

Die in Kalken und schwarzen Schiefern der Pyrenäen (Saleix, Libarens, Angoumer, Pouzac, Couserans u. s. w.) vorkommenden, quadratischen, bald weissen, bald dunkel gefärbten Mineralien Dipyr und Couseranit vereinigt Zirkel und ordnet sie der Skapolithgruppe unter. Krystallographische und physikalische Eigenschaften stimmen so nahe überein, dass die Zusammenlegung gerechtfertigt erscheint.[1]) Die wesentlichen Abweichungen der Zusammensetzung liegen im Wassergehalt und in den absoluten und relativen Mengen von Kali und Natron; neben dem überwiegenden Kalk findet sich Fe O, Mn O, Mg O. Die Sauerstoffmengen von R O : $\text{R}O^3$: Si O^2 geben 1 : 2 : 5 oder 1 : 2 : 6; Grandeau fand in schwarzem glasigem Couseranit von Saleix 1 : 3.27 : 5.[2])

Ausser der Verwitterung, welche sie mehr oder weniger opak und brüchig macht, erleiden Couseranit und wohl auch Dipyr eine Umwandlung in eine grauliche, schwer schmelzbare Substanz (Härte = 3), welche im Dünnschliff in amorpher Grundmasse schwach polarisirende Partien zeigt.

Pisani fand in solchen umgewandelten Couseraniten von Pouzac c, während ihm durchsichtiger Dipyr von Libarens a ergab, Couseranit von Pouzac b.

	Si O^2	$\ddot{\text{Al}}$	Fe O	Mn O	Mg O	Ca O	Na^2 O	K^2 O	Glühverlust	
a	56.69	22.68	—	0.39	0.49	6.85	8.65	0.78	4.55	= 101.08 sp. G. 2.62
b	52.20	22.25	3.46	—	2.44	10.73	4.27	1.12	4.50	= 100.97 sp. G. 2.76
c	58.33	20.20	1.90	—	7.20	0.99	0.76	8.82	2.35 (aq)	= 100.55
O	31.11	9.43	0.42		2.88	0.28	0.20	1.50	= 5.28 : 9.43 : 31.11	

= 1.12 : 2 : 6.60; mit Eisenoxyd berechnet = 0.96 : 2 : 6.16[3]).

Aehnliche Umwandlungen kommen in Gerdes, Argelès-dessus, Sentenac vor.

Nach Blum werden die Couseranite von Saleix in ein feinschuppiges, fettartig glänzendes, gelblichweisses Aggregat von Talkblättchen (mit Talkhärte) umgewandelt.[4]) Sillem führt als weiteren Fundort les Couserans an.[5])

Zu den veränderten Werneriten gehören:

Atheriastit von Arendal mit 6.95 pCt. Wasser. Vielleicht fand nur Wasseraufnahme statt, während Alkali entfernt wurde.

Algerit von Franklin, New-Jersey. Wasser und Kali wurden aufgenommen, Kalkkarbonat gebildet. Zusammensetzung sehr wechselnd.

Wilsonit von Bathurst, Canada, und St. Lawrence Co., New-York.

[1]) Zirkel. Zs. geol. Ges. 19. 210. 1867. — [2]) Des Cloizeaux. Minéralogie. I. 229. Nach p. 539 enthalten sie auch Lithion. — [3]) Des Cloizeaux. Minér. I. 225. 227 und 234. — [4]) Blum. Pseudom. I. 65. — [5]) Jahrb. Miner. 1852. 522.

Nach Chapman und Des Cloizeaux aus Wernerit entstanden, ähnlich wie Pinit zusammengesetzt.

Terenit von Antwerp, St. Lawrence Co., New-York.

Paralogit vom Baikalsee, mit Lasurstein vorkommend.

Als Pseudoskapolith führt Nordenskiöld von Simonby, Pargas, rauhe, unebene, hellgrüne Krystalle auf, welche theils eine dünne Haut von Augit haben, theils aussen deutliche Augitkrystalle zeigen. Eine Stufe besteht zum grössten Theil aus kleinen Augitkrystallen, die so zusammengehäuft sind, dass das Ganze die Form eines grossen Skapolithes hat.[1])

Nach Des Cloizeaux ist innen der Skapolith gelblich, fettglänzend, schwer spaltbar, mechanisch mit Augitkrystallen gemengt, deren Zahl nach aussen zunimmt. An einigen Stufen ist der grösste Theil des Krystalls durch kleine Augitkrystalle ersetzt, die in einem Skapolithabguss sich angesammelt haben (qui paraissent s'être soudés ensemble dans un moule de scapolite).[2]) Nach G. Rose ist Pseudoskapolith ein Wernerit, der auf der Oberfläche in grünen Augit umgewandelt ist.[3])

Breithaupt führt Hornblende in Skapolithformen an von Bolton, Massachusetts.[4])

In den Magneteisenlagern von Arendal fand vom Rath in Kalkspath eingewachsene, gelblichweisse, oft gebogene, prismatische Skapolithe an der Oberfläche rauh und ohne Glanz, im Innern zeigen die Spaltungsflächen lebhaften Perlmutterglanz. Sie enthalten[5]) a (sp. G. 2,697):

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{\overline{Fe}}$	Mg O	Ca O	Na^2O	K^2O	Flüchtiges	
a	46,82	26,12	1,39	0,26	17,23	6,88	0,97	0,88	= 100,00
O =	24,97	12,20	0,42	0,10	4,92	1,77	0,17		
b.	43,41	nichtbest.	8,68	nicht bestimmt		3,24	0,72		

Die Oberfläche der obengenannten Krystalle ist weich, die Verwitterungsrinde dringt 1/2—2 Linien tief ein. Hiermit hängt ein Eindringen von Epidotmasse in den verwitternden Krystall zusammen. Die grüne Epidotmasse legt sich in dünner Schicht auf die verwitterte Oberfläche auf und verdrängt allmählich die ursprüngliche Masse oder dringt auf Rissen und Spalten sogleich in's Innere.[7]) Ein Skapolith, der von viel grüner Epidotmasse durchdrungen und zum Theil, etwa zur Hälfte, verdrängt war, ergab[6]) die Werthe b.

Umwandlung von Wernerit in Epidot beschreiben Forchhammer,[7]) G. Rose,[8]) Bischof,[9]) Blum.[10]) Der umgewandelte Wernerit von Arendal ist aussen von etwas Albit umgeben, innen zwischen den Epidotkrystallen finden sich mit Kalkspath ausgefüllte Höhlungen. Bisweilen ist nur die eine Seite in Epidot umgewandelt und die Grenze der Umwandlung ganz unregelmässig, bisweilen nur das Ende der Krystalle umgewandelt.

[1]) Chem. Geol. ed. I. 1. 519. — [2]) Minér. 237. — [3]) Bischof. Chem. Geol. II. 524. — [4]) ib. Ed. I. 2. 419. — [5]) Pogg. Ann. 90. 96. 1853. — [6]) ib. 310. — [7]) l. c. 97. — [7]) Forchhammer. J. pract. Chem. 36. 403. 1845. — [8]) Zs. geol. Ges. 16. 6. 1864. — [9]) Bischof. Chem. Geol. II. 541. — [10]) Pseudom. I. 61. II. 46. III. 117.

G. vom Rath[1]) fand in den zu Epidot (sp. G. 3,223) umgewandelten Krystallen von Arendal, welche auf Uralit sitzen und innen eine hellgrüne körnige Masse ohne Hohlräume bilden:

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	Mg O	Ca O	Na^2O	K^2O	Wasser	
	37,92	19,21	15,55	0,25	22,68	0,39	0,28	2,51	= 98,74
O =	20,22	8,97	4,66	0,10	6,48	0,10	0,04	2,28	

Welche Processe auch vorgegangen sind, jedenfalls ist Eisenoxyd zugeführt worden, nach vom Rath auch Kalk, während Alkali austrat. Tschermak beschreibt dieselbe Umwandlung von Arendal. Die Werneritsäule besteht am ausgebildeten Ende und auf der einen Seite aus dem faserigen porösen Verwitterungsrest des Wernerites; der grösste Theil der Säule besteht aus Albit. Epidot hat eine Säulenkante fast vollständig ersetzt und bildet kleinere Partien der Säule. Gegen einander und den Verwitterungsrest zeigen Albit und Epidot ganz unregelmässige Grenzen. Eine andere Säule zeigt die Epidotbildung vorzugsweise an der Oberfläche, die Albitbildung im Innern. Der begleitende Albit, auf dem die Säule sitzt, ist stellenweise von Epidot verdrängt. Wahrscheinlich verdrängte der Epidot durch Vermittelung des Albites den Wernerit.[2]) Nach Forchhammer besteht der umgewandelte Wernerit aus einer Rinde von Albit, innen ist er mit unvollkommenen Epidotkrystallen erfüllt; die Hohlräume zwischen diesen nahm wahrscheinlich früher Kalkkarbonat ein.

Bei Krageroe fand Scheerer in Albit (sp. G. 2,60) a umgewandelte Skapolithe. deren innere Struktur der eines feinkörnigen Marmors gleicht. Die bei Snarum vorkommenden Umwandlungen in Albit b (sp. G. 2,59) bestehen innen aus regellos verwachsenen krystallinischen Partikeln.[3])

	a	O	b	O
SiO^2	68,00	36,27	66,83	35,64
$\dddot{Al}$	18,87	8,81	19,90	9,29
$\dddot{Fe}$	0,57	0,17	0,39	0,12
$\dddot{Mn}$	—	—	0,20	0,06
Mg O	Spur	—	0,39	0,16
Ca O	0,21	0,06	1,56	0,45
Na^2O	10,52	2,71	10,13	2,61
K^2O	1,11	0,17	—	
Wasser	0,45		0,25	
	99,73		99,65	

O von a 2,94 . 8,98 . 36,27 = 0,98 . 3 . 12,1.
b 3,22 . 9,47 . 35,64 = 1,02 . 3 . 11,3.

Haidinger fand den Arendaler „Micarell“ aus Skapolith bestehend, der in Glimmer umgewandelt war. Zwischen den Glimmerblättchen waren Magneteisenoktaeder ausgeschieden, Quarz und Kalkspath finden sich im Innern mit

[1]) Pogg. Ann. 90. 307. 1853. — [2]) Ber. Wien. Akad 47. 449. 1863. — [3]) Pogg. Ann. 89. 17. 21. 1853 = Blum. Pseudom. III. 67. Beide Analysen von R. Richter.

dem Glimmer gemengt. Er leitet diese Mineralien aus dem umgeänderten Skapolith ab.[1])

Glimmer nach Wernerit führt Blum an von Arendal. Zwischen den Glimmerlagen dichte grünliche Masse von der Härte des Talks.[2]) Anfangende Umänderung, so dass ein Gemenge von Wernerit und Glimmer entsteht, fand er in Franklin, New-Jersey; Boxborough und Bolton, Massachusetts.[3]) Nach Sillem kommt Glimmer nach Wernerit bei Wicklow, Irland, vor.[4]) Nach vom Rath[5]) sind Werneritkrystalle von Arendal aussen ganz mit Glimmerblättchen bedeckt, deren Spaltungsrichtung parallel der Krystallfläche geht, welcher sie aufgewachsen sind. Das Innere der umgewandelten Wernerite besteht aus demselben Glimmer, dessen Blättchen hier eine ganz verworrene und unregelmässige Lage haben, Quarz, Schwefelkies und zuweilen auch eine talkweiche grüne Masse enthalten. Die letztere ist wohl nach dem Uebergang in deutlichen Glimmer eine Zwischenstufe zwischen Wernerit und Glimmer. Das specifische Gewicht des grünlichweissen Glimmers beträgt 2,833. Er enthält a, ohne Kalkkarbonat berechnet b; in derbem lichtgrünlichem Skapolith (sp. G. 2,751) von Arendal c zur Vergleichung hergestellt fand vom Rath:[6])

	a	b	O	c	O
$Si O^2$	44,49	50,10	26,72	45,05	24,03
$\dddot{A}l$	24,91	28,05	13,18	25,31	12,82
$\dddot{F}e$	4,84	5,46	1,64	2,02	0,61
Mg O	0,36	0,40	0,16	0,30	0,12
Ca O	2,14	2,41	0,69	17,30	4,94
$Na^2 O$	1,11	1,26	0,33	6,45	1,66
$K^2 O$	6,71	7,56	1,29	1,55	0,26
Wasser	3,44	3,87	3,48	1,24	
$Ca O C O^2$	11,11	—		—	
	99,11	99,11		99,22	

Die Abnahme des Kalkes und Natrons, die Zunahme des Eisenoxydes und Kali treten deutlich hervor.[7]) Das Verhältniss von $\dddot{A}l$ und $Si O^2$ ist in b und c dasselbe; b entspricht etwa der Zusammensetzung der Kaliglimmer.

Mehr oder weniger vollständige Umwandlungen in Speckstein werden angeführt von Newton, New-Jersey, Ersby, Pargas,[8]) Arendal,[9]) Eg bei Christiansand.[10]) Böhmisch Eisenberg auf dem Berge Zdjar,[11]) Straschkau,[12]) Böhmen.

Suckow[13]) fand Skapolith von Malsjö in röthlichgelbes Thonerdesilikat

[1]) Blum. Pseudom. I. 28 aus Abhandl. böhm. Ges. d. Wissensch. Prag. 1841. — [2]) Pseudom. 93. — [3]) ib. I. 27. — [4]) Jahrb. Miner. 1851. 389 und 1852. 524 = Blum. Pseudom. II. 28. — [5]) Pogg. Ann. 90. 288. 290. 1853. — [6]) ib. 93. — [7]) Die Analysen Bischof's (Chem. Geol. II. 753) von Glimmer nach Wernerit von Arendal und Pargas sind nicht angeführt, weil Bischof vor der Analyse die Glimmer mit Säuren behandelte. Der Glimmer von Pargas ist nach der Analyse Magnesiaglimmer. — [8]) Blum. Pseudom. 134. — [9]) ib. I. 75. II. 54. — [10]) ib. II. 54 nach Sillem. Jahrb. Min. 1851. 404. — [11]) Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 101. 1854. Bezieht sich auf Enstatit, der früher als Skapolith galt. — [12]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterr. I. 427. — [13]) Die Verwitterung im Mineralreich. 1848. 138.

umgewandelt, bestehend aus $53_{{,}32}$ pCt. $Si O^2$. $44_{{,}65}$ $\dddot{Al}$. $1_{{,}17}$ Kalk und sehr wenig Eisenoxydhydrat = $99_{{,}14}$.

Pektolith nach Wernerit führt Heddle von Landelfoot, Ayrshire, an.[1])

In dünnen, grauen, in Kalkspath eingewachsenen Skapolithen von Pargas fand Wolff $92_{{,}71}$ pCt. $Si O^2$, ausserdem Thonerde, Eisenoxyd, Kalk; sp. G. $2_{{,}650}$.[2])

Margarit (Kalkglimmer).

Der feinschuppige Margarit (Perlglimmer, $\overset{I}{R}{}^2 \overset{II}{R} Al^2 Si^2 O^{12}$. $\overset{I}{R}$ = Na, H; $\overset{II}{R}$ wesentlich Ca; mit geringem Gehalt an Eisenoxyd) von Dudleyville, Alabama, liefert nach Genth[3]) durch Umänderung Dudleyit mit $32_{{,}42}$ pCt. $Si O^2$. $28_{{,}42}$ $\dddot{Al}$, $4_{{,}99}$ $\dddot{Fe}$. $16_{{,}87}$ MgO. $0_{{,}19}$ $Li^2 O$. $1_{{,}52}$ $Na^2 O$, $0_{{,}56}$ $K^2 O$, Glühverlust $13_{{,}43}$ pCt. Der Kalkgehalt ist verschwunden und durch Magnesia ersetzt, der Wassergehalt hat zugenommen, der Thonerdegehalt ist vermindert.

Umänderungen von Axinit. ($\overset{I}{R}{}^2 \overset{II}{R}{}^6 \dddot{R}{}^3 Si^8 O^{32}$)

Nach Greg und Lettsom führt Blum Pseudomorphosen von Chlorit nach Axinit an von Dartmoor, Devonshire.[4]) Ripidolith durchdringt häufig den Axinit und färbt ihn grün. Da Axinit von $\overset{II}{R}$ wesentlich Ca O und Fe O (Mn O), neben $\dddot{Al}$ Borsäure und Eisenoxyd und chemisch gebundenes Wasser enthält, so wäre bei jener Umwandlung Borsäure und Kalk ausgetreten, dagegen Magnesia eingetreten.

Obgleich Säuren den Axinit kaum angreifen, sieht man nach Rosenbusch von den mikroskopischen Spalten aus eine Umbildung in trübe, körnige, gelblichweisse Aggregate beginnen, zwischen denen lange prismatische Kryställchen sichtbar sind. An anderen Stellen schiessen von den Spalten her feine verfilzte Fasern in die Axinite hinein.[5])

13. Die Zeolithe.

Als Auslaugungsprodukt tritt, vorzugsweise in den Mandelsteinen und Drusenräumen der plutonischen Gesteine, eine Gruppe wasserhaltiger Silikate auf, welche nach dem Aufschäumen beim Schmelzen Zeolithe genannt werden. Sie sind vorzugsweise da zu finden, wo leicht angreifbare Mineralien (Hauyn, Nosean, Nephelin, trikline Feldspath, Leucit u. s. w.) auftreten, finden sich aber auch auf Erzlagerstätten (Kongsberg, Arendal u. s. w.), auf Thonschiefer (Andreas-

[1]) Blum. Pseudom. III. 286 = Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [2]) De compositione fossilium Eckebergitis etc. 1843. 41. — [3]) Amer. Phil. Soc. Philadelph. 23. 404. 1873 nach Dana. Sec. appendix. 1875. — [4]) Pseudom. III. 162. — [5]) Mikrosk. Physiogr. d. Miner. 1873. 367.

berg), Thoneisensteinblöcken (Weenzer Bruch bei Duingen) und als ganz neue Bildung (s. Thermen).

Nach ihrer chemischen Beschaffenheit zerfallen die Zeolithe in thonerdefreie und thonerdehaltige. Nach Versuchen von Damour, Rammelsberg, v. Hauer, Schmid und Anderen geben die Zeolithe einen Theil ihres Wassergehaltes in trockner Luft oder beim Erwärmen ab und ziehen dann in feuchter Luft wieder Wasser an; nach Erhitzung über gewisse Temperaturen hinaus verlieren sie diese Fähigkeit. Ein Theil der Veränderung und des Trübewerdens der Zeolithe beruht auf Wasserverlust, ein anderer, zu welchem auch die Pseudomorphosen gehören, auf Einwirkung von Lösungen. Nach H. Rose werden die Zeolithe durch kochendes Wasser zersetzt.[1])

Ihrem geologischen Verhalten nach sind die Zeolithe vorzugsweise aus Lösung abgesetzt, mit ihnen zusammen kommen daher lösliche Mineralien vor, namentlich Kalkspath, Quarz, Delessit. Mechanisch beigemengtes Eisenoxyd färbt die Zeolithe roth; organische Substanz nach Websky den Desmin und Heulandit von Arendal braun, den Desmin der Drusenräume in Striegau lederbraun, den dortigen Chabasit kastanienbraun, den dort seltenen Heulandit citrongelb und wahrscheinlich Desmin aus Mexiko blass-violblau und Chabasit carmoisinroth.[2])

Zu den thonerdefreien Zeolithen gehören und haben alle als Basis wesentlich Kalk:

Okenit $= H^2 Ca Si^2 O^6 + aq \qquad = Ca O\ 2 Si O^2 + 2 aq.$
Apophyllit $= 4 (H^2 Ca Si^2 O^6 + aq) + K Fl = 4 Ca O\ 8 Si O^2 + 8 aq + K Fl.$
Pektolith $= H Na Ca^2 Si^3 O^9 \qquad = Na^2 O\ 4 Ca O\ 6 Si O^2 + aq.$

Apophyllit ist darnach 4 Okenit + 1 K Fl.

Die thonerdehaltigen Zeolithe enthalten als Basen Kalk; Kalk und Natron; Natron; Kalk und Kali; Kalk, Kali, Natron; Baryt; Baryt und Kali; Strontian, Baryt, Kalk.

Zeolithe, welche nur Kali oder nur Magnesia enthalten, kommen nicht vor; es scheint, dass Magnesia überhaupt erst durch spätere Veränderungen in die Zeolithe eingeführt wird. Die Natron- und Natronkalk-Zeolithe enthalten bisweilen etwas Kali, die Kalk-Zeolithe etwas Natron, die Baryt-Kali-Zeolithe etwas Kalk, die Kalkkali-Zeolithe etwas Natron.

Nach den Untersuchungen von Streng lässt sich vom chemischen Standpunkt aus eine scharfe Trennung von Chabasit, Phakolith (Herschelit), Gmelinit und Levyn nicht durchführen und eine gemeinsame Chabasitformel nicht aufstellen.[3])

[1]) Pogg. Ann. 82. 559. 1851. — [2]) Sitzungsber. d. Ges. naturforschender Freunde zu Berlin. 1877. 15. Mai. — [3]) Berichte d. oberhessischen Ges. für Natur- und Heilkunde. 1877. 120. Nach vom Rath und Arzruni (Pogg. Ann. 158. 387 und ff. 1876) fallen Phakolith, Seebachit und Herschelit zusammen.

Zu den thonerdehaltigen Zeolithen gehören:

Zeolith	
Laumontit $Ca\,Al\,Si^4\,O^{12} + 4\,aq$	$= CaO + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 4aq$
Prehnit $H^2\,Ca^2\,Al\,Si^3\,O^{12}$	$= 2CaO + \dddot{Al} + 3\,SiO^2 + aq$
Skolecit $Ca\,Al\,Si^3\,O^{10} + 3\,aq$	$= CaO + \dddot{Al} + 3\,SiO^2 + 3\,aq$
Stilbit (Heulandit) und Epistilbit $\left\{\begin{array}{l} m\,H^4\,Ca\,Al\,Si^6\,O^{18} + 3\,aq \\ n\,H^4\,Na^2\,Al\,Si^6\,O^{18} + 3\,aq \end{array}\right.$	$= \left\{\begin{array}{l} mCaO + \dddot{Al} + 6SiO^2 + 5aq \\ nNa^2O + \dddot{Al} + 6SiO^2 + 5aq \end{array}\right.$
Desmin (Stilbit) $\left\{\begin{array}{l} m\,H^4\,Ca\,Al\,Si^6\,O^{18} + 4\,aq \\ n\,H^4\,Na^2\,Al\,Si^6\,O^{18} + 4\,aq \end{array}\right.$	$= \left\{\begin{array}{l} mCaO + \dddot{Al} + 6SiO^2 + 6aq \\ nNa^2O + \dddot{Al} + 6SiO^2 + 6aq \end{array}\right.$
Mesolith $2\,(Ca\,Al\,Si^3\,O^{10} + 3\,aq) + Na^2\,Al\,Si^3\,O^{10} + 2\,aq$	$= 2\,CaO + Na^2O + 3\,\dddot{Al} + 9\,SiO^2 + 8\,aq$
Thomsonit $m\,(2\,[Ca\,Al\,Si^2\,O^8] + 5\,aq)$ $n\,(2\,[Na^2\,Al\,Si^2\,O^8] + 5\,aq)$	$= \left\{\begin{array}{l} m\,2\,CaO + 2\,\dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 5\,aq \\ n\,2\,Na^2O + 2\,\dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 5\,aq \end{array}\right.$
Foresit $Ca^3\,Na^2\,Al^8\,Si^{24}\,O^{76} + 24\,aq$	$= 3\,CaO + Na^2O + 8\,\dddot{Al} + 24\,SiO^2 + 24\,aq$
Faujasit $H^4\,Na^2\,Ca\,Al^2\,Si^{10}\,O^{30} + 18\,aq$	$= CaO + Na^2O + 2\,\dddot{Al} + 10\,SiO^2 + 20\,aq$
Galaktit $\left\{\begin{array}{l} n\,Na^2\,Al\,Si^3\,O^{10} + 2\,aq \\ n\,Ca\,Al\,Si^3\,O^{10} + 2\,aq \end{array}\right\}$	$= \left\{\begin{array}{l} mNa^2O + \dddot{Al} + 3SiO^2 + 2aq \\ n\,CaO + \dddot{Al} + 3SiO^2 + 2aq \end{array}\right\}$
Mesotyp $Na^2\,Al\,Si^3\,O^{10} + 2\,aq$	$= Na^2O + \dddot{Al} + 3\,SiO^2 + 2\,aq$
Analcim, Eudophnit $Na^2\,Al\,Si^4\,O^{12} + 2\,aq$	$= Na^2O + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 2aq$
Chabasitgruppe $\left.\begin{array}{l} R\,Al\,Si^3\,O^{10} + 5\,aq \\ R\,Al\,Si^4\,O^{12} + 6\,aq \\ R\,Al\,Si^5\,O^{14} + 7\,aq \end{array}\right\}$ $R = Ca, K, N$	$= \begin{array}{l} RO + \dddot{Al} + 3\,SiO^2 + 5\,aq \\ RO + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 6\,aq \\ RO + \dddot{Al} + 5\,SiO^2 + 7\,aq \end{array}$ $RO = K^2O,\ Na^2O,\ CaO$
Gismondin $Ca\,(K^2)\,Al\,Si^2\,O^8 + 4\,aq$	$= CaO\,(K^2O) + \dddot{Al} + 2\,SiO^2 + 4\,aq$
Phillipsit $Ca\,(K^2, Na^2)\,Al\,Si^4\,O^{12} + 4\,aq$	$= CaO\,(K^2O, Na^2O) + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + 4\,aq$
Harmotom $H^2\,R\,Al\,Si^5\,O^{15} + 4\,aq\ (R = Ba, K^2)$	$= BaO\,(K^2O) + \dddot{Al} + 5\,SiO^2 + 5\,aq$
Brewsterit $H^4RAlSi^6O^{18} + 3\,aq\ (R = Sr, Ba, Ca)$	$= RO + \dddot{Al} + 6\,SiO + 5\,aq$
Edingtonit $Ba\,Al\,Si^3\,O^{10} + 3\,aq$	$= BaO + \dddot{Al} + 3SiO^2 + 3aq.$

Mit Ausnahme von Prehnit und Foresit enthalten die thonerdehaltigen Zeolithe auf 1 RO oder 1 R^2O 1 $\dddot{Al}$, während die Relationen $\dddot{Al} : SiO^2 : aq$

sich in einfachen Verhältnissen bewegen. Es ist bemerkenswerth, dass Prehnit und Foresit vorzugsweise in älteren Eruptivgesteinen auftreten, was auch für Pektolith, Edingtonit, Harmotom und für Datolith $= 2\,CaO + B^2O^3 + 2\,SiO^2 + aq$ gilt.

Nach der schematischen Zusammensetzung ist Phillipsit ein alkalihaltiger Laumontit. Mesolith = 2 Skolecit + 1 Natrolith, Galaktit ein kalkhaltiger Natrolith und Brewsterit ein Stilbit mit überwiegendem Gehalt von Strontian und Baryt.

Die leicht verwitternden thonerdehaltigen Zeolithe liefern ausser kaolinähnlichen Verwitterungsprodukten eine Reihe von Umwandlungen in einander und daneben Umwandlungen in Orthoklas und Albit, Quarz, Speckstein u. s. w.

Häufig kommen die Zeolithe nebeneinander vor. Als Reihenfolge fand vom ältesten Absatz beginnend:

1. Reuss in den Phonolithen des böhmischen Mittelgebirges (Aragonit nach G. Rose). Umgebungen von Bilin und Teplitz. 1840. 172. Aehnlich im Basalt des Puy de Marmant, aber ohne Apophyllit. G. Rose. Abh. Berl. Akad. 1856. 37.

1a. Weiss in Phonolithen von Aussig und vom Marienberg. Zs. geol. Ges. 12. 366. 1860.

2. Weiss im Basalt des Limperichkopfes bei Asbach. Sitzungsber. d. niederrh. Ges. in Bonn in Verhandl. d. Naturhist. Vereins f. Rheinl. und Westf. 28. 133. 1871.

3. Streng im Basalt des Limberger Kopfes bei Buchholz, O des Siebengebirges. Jahrb. Miner. 1874. 576. Höchst wahrscheinlich derselbe Fundort wie 2.

4. Sandberger im Doleritbasalt von Geisnidda. Jahrb. Miner. 1874. 173.

5. Streng im Doleritbasalt N von Grossenbuseck bei Giessen. ib. 577.

6. Streng im Doleritbasalt am Schiffenberg bei Giessen. ib. 578.

7. von Koenen im Basalt vom Stempel bei Marburg. Jahrb. Miner. 1875. 87.

8. Rosenbusch im Limburgit vom Kaiserstuhl. Jahrb. Miner. 1872. 63.

9. Schrauf im Basalt von Salesl. Groth. Zs. f. Krystallogr. und Miner. 1. 596. 1877.

10. Boricky im Basalt von Waltsch. Jahrb. Miner. 1873. 765.

11. vom Rath im Turmalingranit von Elba. Jahrb. Miner. 1874. 518.

12. Breithaupt. Neuschottland. Paragenesis. 103.

13. Breithaupt. Kilpatrick bei Dumbarton, Schottland, ib. 104.

14. Reuss. Przibram. Wien. Akad. Ber. 22. 210. 1857. Auf Gangklüften im Aphanit, Erbstollenstrecke von St. Franciscus zum Segengottesschacht.

15. G. Rose. Bergen Hill, New-Jersey. Zs. geol. Ges. 13. 352. 1861. In Höhlungen des „Hypersthenfels".

16. J. D. Dana. In Trapp und verwandten Gesteinen. Amer. J. sc. 1845. 49. u. ff.

1	1a	2	3	4	5
Analcim	Natrolith	Phillipsit	Phillipsit	Gismondin	Faujasit
Mesotyp	Kalkspath	Mesotyp	Apophyllit	Phillipsit	Phillipsit
Apophyllit	Apophyllit	Apophyllit	Mesolith	Chabasit	
Kalkspath			Kalkspath		
Aragonit					

6	7	8	9	10	11
Phillipsit	Natrolith	Faujasit	Analcim	Comptonit	Desmin
Gismondin	Phillipsit	Phillipsit	Natrolith	Phillipsit	Foresit
	Analcim	Dolomit	Gismondin	Chabasit	

12	13	14	15	16
Quarz	Prehnit	Pistazit	Datolith	Quarz
Stilbit	Stilbit	Stilbit	Kalkspath	Datolith
Desmin	Thomsonit	Harmotom	Apophyllit	Prehnit
		Chabasit	Analcim	Analcim
		Kalkspath		Chabasit
				Harmotom etc.

Umwandlungen des Apophyllites.

Aus dem Verhalten bei höherer Temperatur (bei 260° entweicht 3,975 pCt. Wasser) schliesst Rammelsberg auf die Formel $4 H^2 Ca Si^2 O^6 + aq + K Fl = 4 Ca O + 8 Si O^2 + 8 aq + K Fl$ = 4 Mol. Okenit + 1 Mol. Fluorkalium.

Nach Suckow sind die rothen Varietäten von Andreasberg durch Fluorkobalt gefärbt.

Ueber das Verhalten gegen Lösung von Magnesiasulfat bei 180° s. Lemberg.[1]) Fast aller Kalk wird durch Magnesia ersetzt und $2 R O + 3 Si O^2 + 2 aq$ gebildet. Ueber Verhalten gegen Wasser s. Bischof.[2])

Weisse, porzellanartige Apophyllite vom Marienberg und Schreckenstein bei Aussig, von den Faröern und der Seisser Alp bezeichnete man schon seit Werner's Zeiten als „Albin". Knop fand, dass der Albin eine Pseudomorphose von Kalkspath nach Apophyllit ist, wobei die Umwandlung von innen nach aussen erfolgt: durchbrochene Krystalle zeigen ein hohles, unregelmässig zerfressenes Innere.[3]) In Drusenräumen des Striegauer Granites fand Websky Apophyllit in Kalkspath (99,35 pCt. $Ca O C O^2$, 0,36 pCt. $Fe O C O^2$, 0,31 pCt.

[1]) Zs. geol. Ges. 22. 353. 1870. — [2]) Bischof. Chem. Geol. II. 386. — [3]) Blum. Pseudom. 22. III. 42 = Jahrb. Miner 1863. 835. Vergl. Bischof. Chem. Geol. II. 388 über verwitterte Apophyllite der Seisseralp.

Mn O C O²) und in eine weisse erdige Masse umgewandelt, welche bestand aus 39,31 Si O². 14,55 $\ddot{\text{Al}}$. 19,58 $\ddot{\text{Fe}}$. 2,78 $\ddot{\text{Mn}}$, 17,59 Ca O und 6,19 Wasser = 100,00 = 2 Si O² + 1 $\ddot{\text{R}}$ + 1 Ca O + 1 aq. Eine zweite Probe lieferte ausser Kalkspath 48,51 Si O², 6,74 $\ddot{\text{Al}}$. 17,90 $\ddot{\text{Fe}}$, 1,33 $\ddot{\text{Mn}}$, 13,92 Ca O. 11,93 Wasser = 100,33. Die Zusammensetzung des Silikates ist also eine wechselnde.[1]) Apophyllit durch Kalkspath verdrängt beobachtete Tschermak auch in Teschenit von Liebisch bei Neutitschein.[2])

Streng fand in einem kalkspath- und quarzhaltigen Gange im Gabbro von Harzburg derben Apophyllit und den Kern der Apophyllitkrystalle in ein inniges Gemenge von Kalkspath und Asbest verwandelt[3]) und zwar von innen nach aussen.

Gyrolith, blättrigstrahlige weisse kugelige Massen, die auf Skye und (auf Apophyllit) in Margaretville. Neuschottland, vorkommen, sind nach How umgewandelte Apophyllite. How fand in Gyrolith von letzterem Fundort:[4])

Si O²	$\ddot{\text{Al}}$	Mg O	Ca O	K² O	Wasser	
51,90	1,27	0,08	29,95	1,60	15,05	= 99,85.

ohne Rücksicht auf Al O³ = 3 Si O² + 2 Ca O + 3 aq.

Dana[5]) führt von Tierno am Monte Baldo Umwandlung des Apophyllites in Pektolith an (H Na Ca² Si³ O⁹), v. Richthofen von dort Mesotyp nach Apophyllit. Grosse Büschel der deutlichsten Mesotype greifen in den vollständig zersetzten Apophyllit ein; wo dieselben sich nicht vollkommen berühren, sind nur ganz zersetzte, mehlartige Reste des ursprünglichen Minerals zwischen ihnen eingeschlossen. Im ersten Stadium spiegelt die Spaltungsfläche des Apophyllits noch im Innern der neugebildeten Nadeln, verschwindet aber in kurzer Entfernung. Sämmtliche Krystallbündel sind radial um einzelne Centren an den Wänden des Hohlraums angeordnet.[6]) Auf der Alpe Giumella fand von Richthofen Apophyllit so mit Laumontit verbunden, dass dessen Säulen unmittelbar in die Apophyllittafeln eingreifen; der Uebergang ist sehr allmählich, so dass die zerbrochenen Laumontite an ihren Enden mit den Apophyllitflächen gleichmässig spiegeln.[7]) Im Augitporphyr des Fassathals fand Tschermak dichten, röthlichweissen, krystallinischen Quarz pseudomorph nach Apophyllit; zum Theil finden sich im Innern Hohlräume. Die dünne Chalcedonrinde bedingt die Schärfe der Form.[8])

Umwandlungen des Pektolithes.

Pektolith ($H\,Na\,Ca^2\,Si^3\,O^9 = Na^2O + 4\,Ca\,O + 6\,Si\,O^2 + aq$), isomorph mit Wollastonit, findet sich nach Greg und Lettsom in Ratho Quarry. Schottland. in Analcim umgeändert; ebenso in Steatit.[9])

[1]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 66. — [2]) Wien. Akad. Ber. 47. 117. 1863. — [3]) Jahrb. Miner. 1870. 427. — [4]) Rammelsberg. Mineralchemie. 607 und Jahrb. Miner. 1862. 191. Phil. Mag. (5) I. 134. 1876. — [5]) Mineralogy. 417. — [6]) Wien. Akad. Ber. 27. 361. 1857. — [7]) ib. p. 366. 1857. — [8]) ib. 47. 455. 1863. — [9]) Blum. Pseudom. III. 286 und Heddle. Phil. Magazine. 17. 46. 1859.

Leeds analysirte Pseudomorphosen in Talk aus den Kalkspathadern des Trapps von Bergen Hill, New-Jersey. Er fand darin (sp. G. 2,565) im Mittel:[1])

SiO^2	$\ddot{Al}$	FeO	MnO	MgO	CaO	Wasser
60,55	1,02	0,72	0,65	26,56	1,41	9,30 = 100,21.

Als Lemberg Pektolith a aus dem Fassathal mit Magnesiasulfat b und mit Chlormagnesium c behandelte, enthielten die bei 130⁰ getrockneten Proben[2])

	a	b	c
SiO^2	54,21	54,03	55,00
$\ddot{Fe}$	1,68	1,80	1,94
CaO	32,54	1,26	4,48
Na^2O	8,95	0,29	1,37
Wasser	2,01	10,93	9,14
MgO	—	30,81	26,99
	100,39	99,12	98,92

b ohne Rücksicht auf $\ddot{Fe}$ etwa $8RO + 9SiO^2 + 4aq$.
c " " " " " $6RO + 7SiO^2 + 4aq$.

Kalk und Natron sind fast vollständig durch Magnesia ersetzt.

Sillem fand am Monzoni, Sotto i sassi, Pektolith in eine weiche, etwas fettig anzufühlende Masse mit einliegenden Fasern scheinbar unveränderten Pektolithes umgewandelt. Die Masse enthält viel kohlensauren Kalk nach der Untersuchung von List.[3])

Umwandlungen des Laumontites.

Laumontit ($CaO + \ddot{Al} + 4SiO^2 + 4aq$) a verliert leicht in trockner Luft Wasser, daher wird er oft wasserärmer gefunden als der Formel entspricht. Bei 100⁰ verliert er 1 aq, bis 300⁰ 2 aq. Die Formen des Laumontites mit 3 aq, welche ausserdem etwas Kalk eingebüsst haben, hat man Leonhardit (b) genannt.[4]) Eine andere Varietät mit nahezu demselben Wassergehalt, welche neben vorwiegendem Kalk etwas Magnesia und Alkali enthält, trägt den Namen Caporcianit, der am Monte di Caporciano, Val di Cecina, Toscana, in Geoden des Gabbro rosso mit Kalkspath und anderen Zeolithen vorkommt und nach Becchi[5]) die Zusammensetzung c zeigt.

Rothe Färbung des Laumontites wird durch Eisenoxyd hervorgebracht. Bisweilen findet sich etwas Alkali. Manche Laumontite zerfallen an der Luft von selbst zu Pulver, andere werden so brüchig, dass sie beim Anfassen leicht zersplittern.

[1]) Amer. Journ. sc. (3) 6. 23. 1873. — [2]) Zs. geol. Ges. 24. 252. 1872. b gab bei 200⁰ 6,63 pCt. Wasser ab. — [3]) Jahrb. Min. 1851. 819 und 1852. 516 = Blum. Pseudom. III. 40. — [4]) Leonhardit aus dem Floitenthal $CaO + \ddot{Al} + 4SiO^2 + 3aq$, sp. G. 2,374 nach Smita. Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 268. Analysen von Delffs von Leonhardit aus Schemnitz und von Barnes aus Copperfalls, Oberer See. s. bei Rammelsberg. Mineralchemie 622. — [5]) d'Achiardi. Miner. della Toscana. 1873. II. 164.

Bei der Verwitterung entsteht Kalkkarbonat (und ein saureres Silikat). R. Wildenstein[1]) fand in halbverwittertem Laumontit von Oberscheld bei Dillenburg, in dem bei 100° getrockneten Material d. nach Abzug von 30,57 pCt. $CaO\,CO^2$ e.

	SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	MgO	CaO	Wasser	CO^2		
a	50,98	21,84	—	—	11,89	15,29	—	=	100,00
b	52,92	22,44	—	—	12,23	12,38	—	=	99,97
c	52,02	22,83	—	1,11	9,68	13,17	1,36[2])	=	100,17
d	39,12	13,43	2,60	Spur	25,18	6,22	13,45	=	100,00
e	56,33	19,34	3,73	—	11,64	8,96	—	=	100,00

Prehnit nach Laumontit analysirte G. Leonhard vom Sattel bei Niederkirchen unfern Wolfstein, Rheinbayern; hellgrüne, durchscheinende oder gelblichweisse, matte, erdige Krystalle, meist auf Prehnit aufgewachsen, im Innern meist noch rein weiss. Letztere ergaben[3]) (sp. G. 2,642—2,923)

SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	CaO	K^2O	Wasser		
44,00	30,50		19,19	—	6,00	=	99,69
44,00	28,50	0,04	22,29	0,01	6,00	=	100,84.

Dieselbe Pseudomorphose kommt nach Fischer vor am Fuchskopf bei Freiburg i. B.;[4]) nach Sandberger im Weilburger Tunnel, wo der Laumontit mit mikroskopischen Prehniten überzogen und bis zu geringer Tiefe ganz in Prehnit umgewandelt ist;[5]) nach Grandjean bei Oberscheld, Nassau, von Kalkspath begleitet, wo das Innere der rauhen Krystalle Härte, Struktur und Glanz des Kalkspaths zeigt und mit Säure sehr heftig brauset, so dass zuerst eine Umwandlung des Laumontites in Kalkspath stattfand.[6]) Auch Blum fand dort die Prehnite grünlich gefärbt, das Innere der Pseudomorphosen weich und weiss bis röthlichweiss, vollständige Umwandlnng in Prehnit nur an einem Krystall. Nach Heddle auch in den Kilpatrick hills, Schottland.[7]) Im Tuff bei Sotto i sassi, Fassathal, fand v. Richthofen Laumontit in apfelgrünen Prehnit umgewandelt, auf welchem als spätere Bildung die gewöhnlichen kugeligen Formen des Prehnites sitzen.[8]) Ist

$$\begin{aligned} 2\ \text{Laumontit} &= 2\,CaO + 2\,\dddot{A}l + 8\,SiO^2 + 8\,aq \text{ und} \\ 1\ \text{Prehnit} &= 2\,CaO + \dddot{A}l + 3\,SiO^2 + aq, \text{ so} \end{aligned}$$

werden entfernt $\dddot{A}l + 5\,SiO^2 + 7\,aq$, wenn man nicht Zufuhr von Kalk und Entfernung von Kieselsäure und Wasser annehmen will, welche Annahme mindestens ebenso wahrscheinlich ist als die erstere.

[1]) Jahrbuch d. Vereins f. Naturkunde im Herzogth. Nassau. 1850. 6. 136. cf. Grandjean. ib. 7. 219. 1851. — [2]) 0,25 Na^2O und 1,11 K^2O. — [3]) Jahrb. Miner. 1841. 311 = Blum. Pseudom. 107. Prehnit nach Leonhardit = Sillem. Jahrb. Miner. 1852. 524. — [4]) Blum. Pseudom. III. 117. — [5]) Jahrb. Miner. 1851. 156 = Blum. Pseudom. II. 45. — [6]) Blum. Pseud. II. 46 = Jahrb. Naturkunde Nassau. 7. 218. 1851. — [7]) Blum. Pseud. III. 117 = Phil. Mag. (4) 17. 45. 1859. — [8]) Wiener Akad. Ber. 27. 366. 1857.

Analcim nach Laumontit führen Greg und Lettsom von Bowling, Aberdeenshire, Schottland, an. Sie bemerken, dass Thomson's Cluthalit von Kilpatrick wohl Pseudomorphosen von rothem Analcim nach Laumontit sein mögen. Letztere Angabe macht auch Heddle.[1]) Analcim nach Laumontit setzt Einwirkung von Natronlösung voraus. Mit dem Caporcianit kommt opaker, weisser Schneiderit zusammen vor, den d'Achiardi betrachtet als einen magnesiareichen Caporcianit, welcher Wasser verloren hat. Becchi fand darin:

	SiO^2	$\dddot{Al}$	MgO	CaO	Na^2O u. K^2O	Wasser	
	47,79	19,38	11,03	16,77	1,62	3,41	= 100,00
O	25,49	9,05	4,41	4,79		3,03,	

etwa $3\,RO + \dddot{Al} + 4\,SiO^2 + aq.$

Nach d'Achiardi sind die magnesiahaltigen, in demselben magnesiareichen Gestein vorkommenden und untereinander durch Uebergänge verbundenen Zeolithe Pikrothomsonit, Portit, Sloanit, welche Becchi analysirte, ebenfalls nur Umänderungen des Caporcianites.[2])

Nach v. Zepharovich finden sich in Tempelstein bei Jamolitz, Mähren, Laumontitkrystalle in Speckstein umgewandelt.[3])

Blum erwähnt, dass in den Mandelsteinen von Neuschottland Laumontite oft in ganz poröse Massen einer Art Kieselsinter umgewandelt werden,[4]) und ist geneigt, Klinorhombensäulen von Quarz, welche er in Obersteiner Achat eingeschlossen fand, dem Laumontit zuzuschreiben.[5]) Pumpelly fand am Lake Superior Quarz in Pseudomorphosen nach Laumontit und ebendort Pseudomorphosen in Kupfer.[6])

Die merkwürdige Umwandlung des Laumontites in Orthoklas beobachtete zuerst Haidinger im Mandelstein der Kilpatrickhills bei Dumbarton, Schottland, und am Caltonhill in Edinburgh. Die kugeligen und pseudomorphen Krystallgruppen sitzen auf Quarzkrystallen, sind drusig, innen fleischroth; die Linie zwischen der äusseren und inneren Krystallrinde ist oft deutlich schmutzig grün und zeigt den Platz der Oberfläche der ursprünglichen Laumontite. Der mittlere Raum ist entweder hohl oder mit dunkelgrüner, steinmarkähnlicher Masse erfüllt.[7]) C. Bischof fand darin (sp. G. 2,534—2,581)[8])

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	Glühverlust	
62,00	20,00	0,64	Spur	0,60	1,07	16,54	0,87	= 101,72.

Grandjean fand dieselbe Pseudomorphose in den Diabasen von Niederscheld,[9]) ebenso Sandberger.[10]) Nur selten sind die Laumontite vollständig in Orthoklas umgewandelt. Nach Blum kommt dieselbe Umwandlung auch in

[1]) Blum. Pseudom. III. 274. — [2]) Miner. della Toscana. II. 165. cf. II. 215. II. 111. II. 216. — [3]) Miner. Lex. f. Oesterreich. I. 233 und 427. — [4]) Pseudom. I. 14. — [5]) Bischof. Chem. Geol. II. 380. — [6]) Jahrb. Min. 1872. 539 aus Amer. J. sc. (3) Bd. 2. 1871. — [7]) Blum. Pseudom. II. 20. Auch von Heddle (Transact. R. Soc. Edinburgh. 27. 510. 1875) in den Kilpatrick hills beobachtet. — [8]) Jahrb. Miner. 1850. 44 = Bischof. Chem. Geol. II. 377. — [9]) Blum. II. 20 = Jahrb. Ver. Naturkunde f. Nassau 7. 219. 1851. — [10]) Jahrb. Miner. 1851. 157.

Uckersdorf bei Herborn vor.[1]) Er fand die Pseudomorphosen vom Schelder Eisenwerk uneben und etwas drusig, aber die Form des Laumontites scharf und deutlich sichtbar. Die von Grube Beilstein bei Niederscheld sind drusig und rissig, gewöhnlich innen porös und mehr oder weniger hohl. Die kleinen Kalkspath-Kugeln des Blattersteins zeigen meist eine Rinde oder einen Kern von Orthoklas; an einer Stelle findet sich etwas Laumontit, so dass dieser die Veranlassung zur Bildung des Orthoklases gegeben zu haben scheint. Auch bei Conradsreuth, zwischen Münchberg und Hof, kommen Laumontite, mehr oder minder porös und hohl, in Orthoklas umgewandelt vor. G. Jenzsch fand in den Blasenräumen des von ihm Amygdalophyr benannten Gesteins von Weissig bei Dresden Pseudomorphosen eines lithionhaltigen Orthoklases — Weissigit von ihm genannt — nach Laumontit. Sie enthalten (sp. G. $2{,}551$—$2{,}553$) a. fleischroth. b. blassroth bis röthlichweiss:[2])

	a	O		b
SiO^2	$65{,}00$	$34{,}67$	$11{,}40$	$65{,}21$
$\dddot{A}l$	$19{,}54$	$9{,}12$	3	$19{,}71$
Mg O	$1{,}61$	$0{,}64$		—
Ca O	$0{,}19$	$0{,}05$	$1{,}04$	nicht bestimmt.
K^2O	$12{,}69$	$2{,}16$		
Li^2O	$0{,}56$	$0{,}30$		
Fl u. Glühverl.	$0{,}35$			$0{,}55$
	$99{,}94$			

Der Laumontit des kupferführenden Melaphyrs am Lake Superior zeigt die Richtung der Umwandlung in Feldspath. Die Laumontite werden braunroth, zerfallen dabei sehr leicht, indem sie in der Richtung der vollkommenen Spaltungsflächen blättern und gehen dann unter Beibehaltung der Form in eine grünliche, härtere und festere Masse über. Der in Säure unlösliche Theil (18—23 pCt.) ist ein amorphes Pulver, gemengt mit krystallinischen Feldspathstückchen.[3]) Auch von Pumpelly beobachtet.[4])

Nach Heddle's Analyse findet sich Albit, trübe und ziegelroth, pseudomorph nach Laumontit in Kilpatrick und am Caltonhill. Er fand darin:[5])

SiO^2	$\dddot{A}l$	$\dddot{F}e$	Na^2O	K^2O	Li^2O	Wasser	
$68{,}57$	$20{,}42$	$1{,}06$	$9{,}57$	$1{,}06$	$0{,}16$	$0{,}54$	$= 101{,}38$.

Die Umwandlung in die beiden Feldspäthe wird durch Zufuhr von Alkalisilikat unter Ausscheidung des Wassers bewirkt.

$$Ca\,O + \dddot{A}l + 4\,Si\,O^2 + 4\,aq = \text{Laumontit.}$$
$$K^2O + \dddot{A}l + 6\,Si\,O^2 \quad — \quad = \text{Orthoklas.}$$

[1]) Pseudom. III. 61. — [2]) Jahrb. Miner. 1855. 801 = Blum. Pseud. III. 60. — [3]) Lewinstein in Blum. Pseudom. III. 63 mit Analysen des kalkarmen, alkalihaltigen, löslichen Theils. — [4]) Proc. Amer. Acad. of arts and sciences. 13. 296. 1878. — [5]) Blum. Pseud. III. 67.

Umwandlungen des Prehnites.

Der oft grünlich gefärbte Prehnit verliert nicht selten seine Farbe und wird graulichweiss. Der Prehnit erleidet bei 300° keinen Wasserverlust und nimmt das bei starker Glühhitze ausgetretene Wasser nicht wieder auf. Das Wasser ist also chemisch gebunden. Manche Abänderungen enthalten Eisenoxyd (bis 7,38 pCt.),[1] selten etwas Natron, Kali und Baryt.

Desmin in Formen des Prehnites analysirte Retzius von Dalsnypen. Färoe.[2])

Umwandlung des Prehnites in Orthoklas beobachtete Haidinger an den Kilpatrickhills;[3]) K. Koch im Diabas auf dem Münzenbach bei Herborn-Seelbach, Nassau. Die harten und festen Pseudomorphosen sind röthlich gefärbt.[4])

Umwandlung des Prehnites in Speckstein findet sich nach v. Zepharovich am Tempelstein bei Jamolitz, Mähren.[5])

Theilweise bis vollständige Umwandlung in Grünerde erwähnt Sillem von Monzoni, von Dalsnypen auf Sandoe, von Greenock. Die Grünerde ist sehr weich, erdig und körnig zusammengesetzt. Die Umwandlung scheint von innen nach aussen vorzuschreiten. Der Prehnit ist zum Theil matt und weicher geworden als im normalen Zustand.[6]) Man wird eher an ziemlich gleichzeitigen Absatz denken müssen als an Umwandlung. Aehnlich verhält es sich nach Peters im Mandelstein der Aleuten.[7])

Bischof fand Prehnite in Niederscheld an verschiedenen Stellen mit Säuren brausend,[8]) Fischer Verwachsung von Prehnit und Kalkspath am Fuchskopf. NO von Freiburg i. Br. Er weiset darauf hin, dass Prehnite zunächst aus triklinen Feldspäthen hervorgehen und sich namentlich in älteren plutonischen Gesteinen finden.[9])

Umwandlung des Skolecites.

Durch Digestion mit Kalikarbonat konnte Lemberg den Skolecit ($CaO + \ddot{Al} + 3\,SiO^2 + 3\,aq$) in ein Gemenge von Kalkkarbonat und wasserhaltigem Kalisilikat ($K^2O + \ddot{Al} + 3\,SiO^2 + 2\,aq$) verwandeln, und letzteres durch Einwirkung von Natronkarbonat in Natrolith ($Na^2O + \ddot{Al} + 3\,SiO^2 + 2\,aq$). Während Natronkarbonat bei Skolecit nur eine schwache Substitution des Kalkes durch Natron bewirkte, liess sich künstlicher Natrolith durch Chlorcalciumlösung wieder in Skolecit überführen. Mit Chlornatrium setzt sich Skolecit äusserst langsam um, das aus Behandlung mit Chlorkalium resultirende Kalisilikat wird durch Chlornatrium leicht in Natrolith verwandelt.[10]) Skolecit in Prehnit umgewandelt führt Heddle an von der Westseite der Insel May, Schottland.[11])

[1]) Rammelsberg. Mineralchemie. 638. — [2]) Des Cloizeaux. Minér. 417. — [3]) Blum. Pseudom. II. 23. — [4]) ib. III. 64. — [5]) Min. Lex. f. Oesterreich. I. 427. — [6]) Jahrb. Miner. 1851. 402 und 1852. 534. — [7]) ib. 1861. 662. — [8]) Chem. Geol. II. 382. — [9]) Jhb. Min 1862. 451. — [10]) Zs. geol. Ges. 28. 551. 1876. — [11]) Phil. Mag. (4) 17. 44. 1859.

Umwandlungen von Stilbit (Heulandit).

Stilbit ($Ca\,O + \ddot{A}l + 6\,Si\,O^2 + 5\,aq$) mit geringen Mengen des isomorphen Natron- (Kali) silikates, findet sich rothgefärbt durch Hämatit.

Haidinger fand ziegelrothen Heulandit im Fassathal (Augitporphyrtuffe, besonders bei le Palle und der Giumella-Alp, v. Richthofen) in röthlichen Quarz umgewandelt. Blum fand dort graulichweisse, innen mehr oder weniger hohle Pseudomorphosen mit zackigen Innenwandungen.[1]) Nach v. Richthofen fand diese Verdrängung in grossem Maassstabe statt, so dass ihr wahrscheinlich alle ziegelrothen Quarzgänge der Tuffe die Entstehung verdanken.[2])

Heddle fand an den Kilpatrick hills Heulandit in Albit umgeändert. Die Pseudomorphosen sind merklich porös und haben bauchige Seitenflächen.[3]) Rother Stilbit, Fassathal, I., lieferte Lemberg[4]) nach Behandlung mit Chlorkaliumlösung die Zusammensetzung b, mit Chlornatrium c.

	I	b	c
$Si\,O^2$	60,24	61,48	61,88
$\ddot{A}l$, $\dddot{F}e$	15,53	15,52	16,10
$Ca\,O$	6,39	1,50	1,53
$Na^2\,O$	1,91	0,24	7,12
$K^2\,O$	0,39	10,84	—
Wasser	15,54	10,42	13,37
	100,00	100,00	100,00

Aehnlich verhielt sich Stilbit von Berufjord, Island. Der Kalkgehalt war gegen Alkali grösstentheils abgegeben.

Umwandlung von Desmin (Stilbit).

Desmin [$= m\,(Ca\,O + \ddot{A}l + 6\,Si\,O^2 + 6\,aq) + n\,(Na^2\,O + \ddot{A}l + 6\,Si\,O^2 + 6\,aq)$] verliert nach Damour bei 100° 1,3 pCt., bei 150° 13 pCt. Wasser, von welchem 10 pCt. wieder aufgenommen werden. so dass Desmin ist $H^4\,R\,Al\,Si^6\,O^{18} + 4\,aq$.[5])

Heddle fand in Long Craig Analcim,[6]) in den Kilpatrick hills Albit nach Desmin. Die letztere Pseudomorphose ist merklich porös und hat bauchige Seitenflächen.[7])

Quarz nach Desmin beschreibt Haidinger an einer Chalcedondruse von Island. Die Seitenflächen der vierseitigen Prismen haben damascirtes Ansehen, die Pyramidenflächen sind nicht zu erkennen, an ihrer Stelle sind die Massen hohl und zerfressen.[8]) Blum fand Desmin von Parsborough, Neuschottland, mit einer

[1]) Blum. Pseudom. I. 11. — [2]) Wien. Akad. Ber. 27. 369. 1857. — [3]) Transact. R. Soc. Edinburgh. 27. 510. 1875. — [4]) Zs. geol. Ges. 28. 558. 1876. Der Stilbit war durch Gangart etwas verunreinigt. — [5]) Rammelsberg. Mineralchemie. 613. — [6]) Blum. Pseudom. III. 274 = Phil. Mag. (4) 17. 44. 1859. — [7]) Trans. R. Soc. Edinb. 27. 510. 1875. — [8]) Blum. Pseudom. I. 12.

rauhen Quarzkruste überzogen, das Innere theils hohl, theils mit Quarz mehr oder weniger erfüllt. Am Cap Blomidon bilden sich Lagen von Quarz den Blätterlagen der Stilbite entsprechend, und zeigen nach vollendeter Veränderung noch Stilbitstruktur. In Two-Islands wechseln Lagen von Quarz mit solchen von Kalkspath. Heddle führt Quarz nach Desmin aus Long Craig in meist hohlen Pseudomorphosen an; Sillem von den Kilpatrick hills und zwar völlig ersetzt, nicht porös[1]) und beschreibt dieselbe Umwandlung von Catharina Neufang, Andreasberg.[2]) Zuerst werden die Flächen matt, dann beginnt die Umwandlung von aussen nach innen, zuletzt ist nur Quarz vorhanden. Die Pseudomorphosen zeigen Hohlräume und sind nach ihm durch Verdrängung entstanden. Nach Lemberg giebt Desmin bei Digestion mit Chlorkalium Kalk und Natron gegen Kali ab, mit Chlorbarium gegen Baryt,[3]) so dass nahezu (Kali freier, aber 0,40 pCt. Kalk enthaltender) Harmotom ($Ba O + \ddot{A}l + 5 Si O^2 + 5 aq$) entsteht.

Umwandlung des Mesolithes.

Mesolith (= 1 Mesotyp + 2 Skolecit = $Na^2 O + 2 Ca O + 3 \ddot{A}l + 9 Si O^2 + 8 aq$) fand von Richthofen auf der Alp Giumella, Fassathal, in Quarz und Prehnit pseudomorphosirt; zum Theil mit Beibehaltung der Form. Das durch mechanische Zertrümmerung entstandene Haufwerk von Bruchstücken wird allmählich ganz in Prehnit umgewandelt.[4])

Lemberg wandelte Mesolith durch Digestion mit Chlorkaliumlösung in kalkfreies Kalisilikat, und dieses durch Chlornatriumlösung in Natrolith um. Dieser künstliche Natrolith liess sich durch Chlorcalciumlösung nur sehr schwer in Skolecit umwandeln.[5])

Harringtonit ($3 Ca O + Na^2 O + 4 \ddot{A}l + 12 Si O^2 + 12 aq$) stellt Des Cloizeaux zum Mesolith.

Umwandlung von Thomsonit (Comptonit).

Thomsonit ist nach Rammelsberg = $m (2 Na^2 O + \ddot{A}l + 2 Si O^2 + 5 aq) + n (2 Ca O + \ddot{A}l + 2 Si O^2 + 5 aq)$. Des Cloizeaux rechnet dazu noch Mesole und den Färoelith, welche wechselnde und abweichende, wenn auch dem Thomsonit nachstehende Zusammensetzung zeigen. Bei Verwitterung entstehen kaolinartige Massen mit Beibehaltung der Form.[6])

Nach Frenzel ist die von Blum erwähnte Pseudomorphose von Vater Abraham bei Schneeberg — Brauneisen nach Comptonit — eine Pseudomorphose nach einem unbekannten rhombischen Mineral ∞P, $\infty \breve{P} \infty$. $0 P$.[7]).

Als Lemberg Färoelith (nach der Analyse etwa $2 R O + 2 \ddot{A}l + 5 Si O^2 + 5 aq$; $R O = \frac{3}{11} Na^2 O + \frac{8}{11} Ca O$) mit Kalikarbonatlösung behandelte, erhielt er neben Kalkkarbonat nahezu das entsprechende kalkfreie Kalisilikat.[8])

[1]) Jahrb. Miner. 1851. 820 und 1852. 527. — [2]) ib. 1851. 405 und 1852. 526 = Blum. Pseudom. II. 10. — [3]) Zs. geol. Ges. 28. 559. 1876. — [4]) Wiener Akad. Ber. 27. 365. 1851. — [5]) Zs. geol. Ges. 28. 552. 553. 1876. — [6]) von Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterreich. II. 103. — [7]) Mineralog. Lex. f. Sachsen. 186 und Blum. Pseudom. 295. — [8]) Zs. geol. Ges. 28. 554. 1876.

welches sich durch Natronkarbonatlösung in Natronsilikat und durch Chlorcalciumlösung in ein Kalkkalisilikat (von gismondinähnlicher Zusammensetzung) überführen liess.

Aus Thomsonit wurde durch Digestion mit Kalikarbonat Natron fast ganz, Kalk bis auf geringe Mengen entfernt, ein Kalisilikat und Kalkkarbonat gebildet.[1])

Umwandlung von Faujasit.

Streng fand Faujasit (= $Na^2O + CaO + 2\ddot{Al} + 10 SiO^2 + 20 aq$) des Basaltes nördlich von Grossenbuseck bei Giessen unter vollständiger Erhaltung der Form in eine braune palagonitähnliche Masse umgewandelt. Die Masse stimmt im Aeussern mit den palagonitähnlichen Massen überein, welche so häufig in verwittertem Basalt und im Basalttuff vorkommen. Die Faujasite sind nur selten glänzend und durchsichtig, meist mit einer schneeweissen Rinde oder mit einem schwarzbraunen Ueberzug versehen.[2])

Umwandlung von Mesotyp.

Mesotyp (Natrolith = $Na^2O + \ddot{Al} + 3 SiO^2 + 2 aq$, mit bis 2 pCt. Kalk), der in trockner Luft kein Wasser verliert (Damour), wird trübe (ob in Folge von Wasserverlust?) und zerfällt zu „Mehlzeolith". Aus geglühtem Mesotyp zieht heisses Wasser nach Damour neben reichlichem Natron etwas Kieselsäure und Thonerde aus. Die Lösung reagirt alkalisch.[3])

Haidinger fand den Mesotyp in den Augitporphyrmandelsteinen des Fassathales in graulichweissen Prehnit umgewandelt unter Erhaltung der Natrolithform.[4]) Blum sah den Brevicit von Brevig in Prehnit umgewandelt. Die säulenförmigen Krystalle besitzen meist gebogene convexe Flächen, sind aussen ganz drusig, innen zum Theil hohl und drusig, so dass man sieht, der Process fand von aussen nach innen statt und es wurde mehr fortgeführt als aufgenommen.[5])

Lemberg konnte Natrolith durch Chlorcalciumlösung nur wenig umwandeln, es wurde nur wenig Kalk aufgenommen.[6]) Das durch Behandlung mit Kalikarbonatlösung erhaltene Kalisilikat (nahezu $K^2O + \ddot{Al} + 3 SiO^2 + 2 aq$) wurde nach Lemberg durch Lösung von Natronkarbonat oder Chlornatrium wieder in Natrolith übergeführt.

Breithaupt fand Natrolith des Fassathals nur stellenweise und an den freien Enden der nadelförmigen Krystalle beginnend in Quarz umgewandelt,[7]) Sillem Quarz nach Natrolith auf Basalt des Westerwaldes neben Hyalit,[8])

[1]) Zs. geol. Ges. 28. 556. 1876. — [2]) Jahrb. Miner. 1874. 577. — [3]) Bull. géol. (2) 4. 549. 1847. Die Lösung entspricht $2 SiO^2 + \ddot{Al} + 12 Na^2O$. Mehlzeolith scheint nicht analysirt zu sein. — [4]) Blum. Pseudom. I. 60. — [5]) ib. III. 116. — [6]) Zs. geol. Ges. 28. 550 und ff. 1876. Schon früher fand dasselbe Eichhorn. Pogg. Ann. 105. 130. 1858. — [7]) Jahrb. Miner. 1853. 843. — [8]) ib. 1852. 526.

Reuss den faserigen Mesotyp von Waltsch innen hohl und zu Hyalit geworden.[1])

In grünem, fast unschmelzbarem Mesotyp von Brevig (sp. G. 2,353) fand Bergemann 7,49 pCt. Eisenoxyd, 2,40 pCt. Eisenoxydul und 0,55 pCt. Manganoxydul (Eisennatrolith).

Streng fand bei Annerod den pseudomorph nach Chabasit gebildeten Mesotyp in Bol umgewandelt.[2]) Heddle Steatit nach Natrolith an den Kilpatrick hills.[3])

Tschermak fand in den Doleritmandelsteinen von Steinau bei Hanau einen höchst faserigen natrolithähnlichen Zeolith durch gelbliche, specksteinartige Substanz und durch Quarz verdrängt.[4])

Lemberg erhielt aus Natrolith von Hohentwiel durch Digestion mit Kalikarbonatlösung nahezu das entsprechende Kalisilikat, welches durch Digestion mit Natronkarbonatlösung wieder zu Natrolith umgewandelt wurde.[5])

Umwandlung des Analcimes.

Als Euthalith, Esmark, führt Des Cloizeaux reinen dichten Analcim aus dem Elaeolith von Brevig an.[6])

Analcim ($Na^2O + \dddot{A}l + 4\,SiO^2 + 2$ aq, meist mit kleinen Mengen Kali, auch wohl Kalk) findet sich am Monte di Caporciano, Val di Cecina (begleitet von Caporcianit, Pikrothomsonit, Savit u. s. w. s. Laumontit), als Picranalcim, wahrscheinlich durch Magnesiazufuhr aus den magnesiareichen Gesteinen verändert.

Becchi fand im Mittel darin (sp. G. 2,257)[7])

	SiO^2	$\dddot{A}l$	$Mg\dot{O}$	Na^2O	K^2O	Wasser	
	59,11	22,08	10,125	0,45	0,015	7,67	= 99,45
O =	31,53	10,31	4,05	0,12	0,002	6,82	
	9,17	3	1,21 (4,05 + 0,12 + 0,002)			1,98.	

Haidinger fand Prehnit nach Analcim bei Dumbarton, Blum am sog. Sattel bei Niederkirchen, Rheinbaiern,[8]) und in Mandelsteinen von Reichenbach bei Oberstein. Grandjean bei Dillenburg und Weilburg. Sandberger in Diabasklüften am geistlichen Berge bei Herborn;[9]) ferner erwähnt Blum ein Vorkommen auf der Nanzenbach bei Herborn-Seelbach; nach Greg und Lettsom von Hartfield Moss bei Paislay, Renfrewshire, und nach Heddle von Kilpatrick.[10])

[1]) Wien. Akad. Ber. 10. 55. 1853. — [2]) Jahrb. Miner. 1874. 586. — [3]) Blum. Pseudom. III. 286 = Phil. Mag. (4) 17. 45. 1859. — [4]) Wien. Akad. Ber. 47. 117. — [5]) Zs. geol. Ges. 28. 550. 1876. — [6]) Minér. II. XXXIX. — [7]) d'Achiardi. Min. della Toscana. II. 110 aus Amer. J. sc. (2) Bd. 14. — [8]) Pseudom. 100. Nach v. Richthofen ist Molignon als Fundort höchst zweifelhaft. — [9]) Blum. Pseudom. II. 45 und Grandjean. Jahrb. Nassau. 7. 217. 1851; Sandberger. ib 264. — [10]) ib. III. 115 = Phil. Mag. (4) 17. 45. Bisweilen innen hohl: Innenwandung mit gelbem traubenförmigem Prehnit besetzt.

G. Leonhard fand in den umgewandelten Analcimen von Niederkirchen (sp. G. 2,675 bis 2,788)[1]

	SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	CaO	K^2O	Wasser		
	42,50	30,50	0,04	22,57	0,02	5,00	=	100,63
O =	22,67	14,24	0,01	6,45	—	4,44	=	4,77 . 3 . 1,36 . 0,93.

Die rauhen, aussen drusigen Krystalle sind zum Theil geborsten, undurchsichtig und glanzlos, bei vollständiger Umwandlung wird die Masse durchscheinend und glasglänzend. Also Aufnahme von Kalk und Austritt des Natrons.

Bei Cipit, Seisser Alp, fand von Richthofen aus dem Analcim kleine Nadeln, wahrscheinlich von Mesotyp, entstanden. Viele Krystalle haben nur noch einen kleinen Kern der ursprünglichen Substanz, alles Uebrige ist mit Beibehaltung der Leucitoederform porös geworden.[2])

Nach Greg und Lettsom führt Blum Pseudomorphosen in Pektolith an von Ratho quarry,[3]) Edinburghshire. wo nach Heddle auch Pseudomorphosen in Steatit[2]) und Baryt[4]) vorkommen.

Wo an der Seisser Alp der Analcim mit Würfelflächen vorkommt, besonders bei le Palle, fand von Richthofen den Analcim ganz oder theilweise in Quarz umgewandelt. Diese Pseudomorphosen sind schalig, aussen ziegelroth, innen hellroth, vollkommen glattflächig und dicht, es hat also Verdrängung stattgefunden: die Zeolithsubstanz ist als löslich entfernt worden.[5])

Nach Weibye kommt in Höhlungen des Syenits bei Röra, in Eidanger bei Brevig, Talk in Formen des Analcimes vor.[6])

Innen hohle, oder etwas Kalkspath oder braune erdige Substanz einschliessende, dunkelfleischrothe Pseudomorphosen in Orthoklas fand Haidinger am Calton Hill.[7]) Bei Nanzenbach unfern Dillenburg und Herborn-Seelbach, Nassau, kommen nach Blum Pseudomorphosen in Orthoklas vor. Die Flächen der Trapezoeder sind meist etwas rauh oder feindrusig, die Krystalle an einzelnen Stellen wie geborsten, so dass man die innern Hohlräume durch Krystallspitzen begrenzt sieht, welche die Formen des Prehnites haben. Darnach wurde der Analcim zuerst in Prehnit und dieser dann in Orthoklas umgewandelt.[8]) Also zuerst Eintritt von Kalk, Abscheidung von Natron und Wasser, dann vollständige Entfernung des Wassers und Kalkes unter Aufnahme von Kalisilikat.

Blum fand Analcim von Cipit, Seisser Alp, innen mit einer porösen Masse von Kalkspath erfüllt. Der röthlichweisse, undurchsichtige Krystall lässt aussen keine andere Veränderung wahrnehmen als kleine Löcher, die in's Innere führen. Die Innenwandung der übrig gebliebenen Analcimhülle ist uneben, Hülle und

[1]) Jahrb. Miner. 1841. 310. — [2]) Wiener Akad. Ber. 27. 364 und 360. 1858. — [3]) Pseudom. III. 286. — [4]) ib. III. 275 = Phil. Mag. (4) 17. 46. 1859. — [5]) Wiener Akad. Ber. 27. 363. 1858. — [6]) Arch. f. Miner. 22. 537. 1848 = Bischof. Chem. Geol. II. 372. — [7]) Blum. Pseudom II. 23. — [8]) ib. III. 59. Nach Bischof. Chem. Geol. II. 368 von Breithaupt beobachtet.

Kalkspath ragen verschieden in einander, so dass von gleichzeitiger Bildung nicht die Rede sein kann.[1])

Im Teschenit ist der Analcim oft verändert. Tschermak fand bei Itschina unfern Neutitschein braune Pseudomorphosen, welche beim Herauslösen einen scharfen Abdruck ihrer Form ∞ O ∞ . 2 O 2 hinterlassen. Sie bestehen aus 27 pCt. Kalkspath, 8 pCt. Eisenoxydhydrat und einem Hydro-Silikatgemenge, das Magnesia und Alkali enthält, sp. G. des Ganzen $2_{,66}$ nach Madelung. Einen Anfang derselben Umänderung zeigen trübe Analcime der Teufelsmühle, welche mit Säure brausen und zum Theil durch Eisenoxydhydrat gefärbt sind.[2])

Bei Friedeck, Schlesien, fand Falloux in der Nähe des Teschenites in einer dichten grünlichgrauen Masse weisslichgraue, ringsum ausgebildete Würfel, zum Theil mit Leucitoederflächen — veränderten Analcim —, welche aus Kalkspath, wenig Eisenoxyd und einem Silikatgemenge bestehen. Der Silikatrest besteht abwechselnd aus sehr lockeren und mehr festen Schichten. Die Umgebung der umgeänderten Krystalle besteht ebenfalls aus Kalkspath und Silikaten, welche zum Theil durch Säure zersetzt werden.[3])

Bischof fand, dass Gypslösung den Analcim in Kalkspath umwandelt.[4]) Lemberg wandelte durch Digestion mit Kalisalzen (Karbonat oder Chlorid) den Analcim in Leucit um.[5]) Durch Behandlung von Analcim mit Kalisilikatlösung ($K^2 O + 4 Si O^2$) erhielt Lemberg ein nicht homogenes Produkt, das lufttrocken enthielt:[6])

	$Si O^2$	$\ddot{Al}$	Ca O	$K^2 O$	Wasser.
	$58_{,56}$	$20_{,00}$	$0_{,60}$	$18_{,62}$	$2_{,22}$
O	$31_{,23}$	$9_{,34}$	$0_{,17}$	$3_{,17}$	$1_{,97}$ = 10. 3. 1. $0_{,63}$.

Entspricht die Zusammensetzung auch nicht der des Orthoklases, so ist der Umtausch von Natron gegen Kali vollständig.

Umwandlung des Chabasites.

Da nach Damour Chabasit bei 300° 19 pCt. Wasser verliert, welches er wieder aufnehmen kann, so ist nach Rammelsberg seine Formel $(H^7 K) Ca^4 Al^4 Si^{20} O^{60} + 24$ aq oder $\overset{I}{R^2} O + Ca O + \ddot{Al} + 5 Si O^2 + 6$ aq. Neben Kali findet sich etwas Natron, seltener geringe Mengen von Baryt und Strontian. Umwandlungen in Mesotyp, welche selbst wieder einer Umwandlung in Bol unterworfen sind, fand Streng in Annerod bei Giessen;[7]) Umwandlungen in bolähnlichen Speckstein Grandjean bei Härtlingen, Westerberg, Gusterhain, Nassau[8]). Nach H. Eichhorn wird durch Lösungen von Chlornatrium und

[1]) Blum. Pseudom. III. 209. Nach v. Zepharovich (Min. Lex f. Oesterreich. II. 10) ist der Fundort Frombach, nicht Cipit. Bischof analysirte Analcim von der Seisseralp mit Gehalt an Karbonaten von Kalk und Magnesia. Chem. Geol. II. 372. — [2]) Wien. Akad. Ber. 47. 453. 1863 und Porphyrgest. Oesterreichs. 263. — [3]) Tschermak. Miner. Mitth. 1872. 113 = Jahrb. Miner. 1872. 874 — [4]) Chem. Geol. II. 371. — [5]) Zs. geol. Ges. 28. 539. 1876. — [6]) ib. 543. Ueber Schwefelsäure entweichen $0_{,79}$ pCt. Wasser. Ueber Einwirkung von Kalilauge auf Analcim ib. 544. — [7]) Jahrb. Miner. 1874. 586. — [8]) Jhb. Naturk. Nassau. 7. 214. 1851.

Natronkarbonat ein Theil des Kalkes im Chabasit durch Natron ersetzt und die Menge des chemisch gebundenen Wassers verringert. Bei Einwirkung von Chlorcalciumlösung nahm der künstliche Natronchabasit wieder Kalk auf.[1])

Suckow untersuchte einen veränderten Krystall vom Vogelsgebirge.[2]) 1 unteres Ende, durchsichtig glänzend; 2 oberer Theil, undurchsichtig.

	SiO^2	$\ddot{A}l$	CaO	Na^2O	K^2O	Wasser	Kohlensäure.		
1	48,40	19,13	1,88	1,47	8,13	21,01	—	=	100.02.
2	47.29	19,16	5,78	1,50	1,47	21,00	3,20	=	99.40.

Verdrängung durch Quarz („eine Art Kieselsinter") beschreibt Blum vom sogenannten Acadiolith von Parsborough und Swan's Creek, Neuschottland.[3]) Er fand Rhomboeder von Quarz im Achat von Oberstein, welche er vom Chabasit ableiten möchte.[4])

Dana erwähnt, dass der gelbliche Haydenit von Jones's Falls bei Baltimore, Maryland, ein nicht mehr frischer Chabasit aus Hornblendegneiss, oft mit Chlorit bedeckt ist, und dass der Chlorit bisweilen den Haydenit ersetzt.[5])

Ueber die Einwirkung von Magnesiasulfatlösung bei 180° und von Chlornatrium u. s. w. s. Lemberg.[6])

Umwandlung von Levyn.

Der von Berzelius analysirte Mesolin von den Färoern, welcher weniger Wasser enthält als der Levyn, bildet eine körnige weisse Masse in den Mandelsteinen oder einen Ueberzug, auf welchem andere Zeolithe sitzen. Ist er veränderter Levyn? Dieser verliert nach Damour in trockener Luft 6,4 pCt. Wasser, welche er an der Luft wieder aufnimmt.

H. Deville erhielt Levyn als er eine Lösung von kieselsaurem Kali und von Natronaluminat in zugeschmolzenem Rohr auf 170° erhitzte.[7])

Umwandlung von Herschelit.

Grandjean fand den Herschelit des Augit-Hornblendegesteins von Härtlingen in Mesotyp umgesetzt.[8])

Umwandlung von Gismondin.

Gismondin[9]) fand Sandberger in einer Druse des Dolerites von Elm bei Schlüchtern ganz zu einem Haufwerk zierlicher Phillipsitzwillinge umgewandelt.[10]) Streng fand Gismondin im Schiffenberger Basaltbruch und in den Doleritbasaltbrüchen NW von Steinbach in der Nähe von Giessen oft mit einer weissen

[1]) Pogg. Ann. 105. 126. 1858. — [2]) Die Verwitterung im Mineralreich. 1848. 148. — [3]) Blum. Pseudom. I. 14. — [4]) Bischof. Chem. Geol. II. 385. — [5]) Mineralogy. 436. — [6]) Zs. geol. Ges. 22. 354. 1870 und 28. 557. 1876 — [7]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 138 aus C. R. 54. 324. — [8]) Jahrb. Miner 1852. 293. — [9]) Nach Marignac's Analyse = 4 RO + 4 AlO^3 + 9 SiO^2 + 18 aq. RO = 8 CaO + 1 K^2O. — [10]) Jahrb. Miner. 1874 174.

Rinde versehen, welche beginnende Umwandlung andeutet, und Gismondin oft in eine weisse, weiche, durchscheinende, bolähnliche Substanz gänzlich umgewandelt, so dass die Krystallform noch deutlich zu erkennen war. Mitunter scheinen die Gismondine in ein faseriges Mineral, vermuthlich Mesotyp, umgewandelt zu sein.[1])

Umwandlung von Phillipsit (Kalkharmotom).

Häufig kommt der Phillipsit [CaO (K^2O, Na^2O) + $\ddot{A}l$ + 4 SiO^2 + 4 aq] matt, selbst rauh vor. Nach Damour verliert er in trockener Luft 8 pCt. Wasser, wird opak und milchweiss; in feuchter Luft nimmt er das Wasser wieder auf, wird aber nicht wieder durchsichtig.

Nach Genth verwittert der Phillipsit von Annerod, manchmal mit Beibehaltung der Form, zu einer bolähnlichen Masse.[2])

Kapitel VIII.

Die sublimirten Mineralien und die Zersetzung.

Die aus Gasen oder Dämpfen direkt oder indirekt abgeschiedenen Mineralien sind Seite 1 als sublimirte bezeichnet, obwohl ihre Bildung dem chemischen Begriff Sublimat — Dampf durch Abkühlung zu einem festen Körper verdichtet — nicht immer genau entspricht. Die Einwirkungen, welche stärkere, meist dem Erdinnern entstammte Agentien, oft durch Wasserdampf und erhöhte Temperatur unterstützt, auf die Mineralien ausüben, wurde dort von einfacher und von complicirter Verwitterung als Zersetzung unterschieden, die daher oft von sublimirten Mineralien begleitet ist.

Von Gasen und Dämpfen treten vorzugsweise auf und zwar selten rein, fast immer gemengt: Wasserdampf, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Salzsäure, schweflige Säure, Schwefeldampf, Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff. Von ihnen bewirken namentlich Salzsäure, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und die durch Oxydation aus letzterem entstehende schweflige und Schwefelsäure die Zersetzungen der Mineralien, der sublimirten wie der übrigen.

Der Absatz von Schwefel entsteht durch Condensirung des Schwefeldampfes; aus der Wechselwirkung von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure; durch

[1]) Jahrb. Miner. 1874. 586. — [2]) ib. 1844. 320.

Dissociation des Schwefelwasserstoffs in Schwefel und Wasserstoff mittelst hoher Temperatur; durch Oxydation des Schwefelwasserstoffs zu Schwefel und Wasser. Wo daher Schwefelwasserstoff aufdrang oder aufdringt, sei es als Gas oder aus wässriger Lösung wie in den Schwefelquellen, findet sich Absatz von Schwefel.

Die aus der Oxydation des Schwefelwasserstoffs und der schwefligen Säure hervorgehende Schwefelsäure findet sich entweder frei oder wirkt auf ihre Umgebung ein, wandelt die Karbonate zu Sulfaten um, entfernt aus den Silikaten endlich alle Basen, die Thonerde und das Eisenoxyd eingeschlossen, als Sulfate, so dass leicht lösliches Kieselsäurehydrat übrig bleibt. Aehnlich wirkt Salzsäure. Durch diese vollständige Fortführung der Thonerde und des Eisenoxydes in Form löslicher Salze unterscheidet sich die Zersetzung von der einfachen und complicirten Verwitterung; Erhaltung der Form des ursprünglichen Minerals kommt auch hier vor, wenngleich seltener. Es versteht sich von selbst, dass zwischen dem frischen und dem vollständig zersetzten Mineral eine Reihe von Zwischenstufen liegt.

Die Wirkung des Wasserdampfes zeigt sich namentlich in der Zersetzung der Karbonate des Kalkes, der Magnesia, des Eisenoxyduls, so dass neben Hydraten basische Karbonate und Mengungen von beiden entstehen: ausserdem werden wasserfreie Oxyde (namentlich MgO und FeO) gebildet. Aus Forchhammer's und Daubrée's Versuchen geht hervor, dass überhitztes Wasser auf Silikate heftige Wirkung ausübt. Die Verflüchtigung der Borsäure mit Wasserdämpfen bedingt den Absatz von Borsäure. Das durch Zersetzung der Mineralien löslich Gewordene, zum Theil zu neuen Verbindungen zusammentretend, setzt sich in nächster Nähe oder in weiterer Entfernung ab oder bleibt mit dem vollständig oder theilweis Zersetzten gemengt.

Als häufige Erscheinung ist noch hervorzuheben, dass bei Einwirkung von Schwefeldampf und Schwefelwasserstoff auf Mineralien, welche Eisenoxyd enthalten, Schwefelkies entsteht und dass ähnlich aus Metalloxyden Schwefelmetalle hervorgehen.

Die Gesammtheit der Umbildungen und Zersetzungen durch vulkanische Gase, welche Bunsen als pneumatolytische zusammenfasst, findet ihre Darstellung später bei den Vulkanen.

Bei der Bildung der sublimirten Mineralien sind zwei Weisen zu unterscheiden. Da feurigflüssige Gesteinsmassen Gase und Dämpfe gelöst enthalten können, so entstehen aus diesen, soweit sie nicht beim Festwerden der Masse entwichen sind, entweder direkt oder durch weitere Zersetzung und Verschmelzung mit den Silikaten des Gesteins Mineralien, die, also mit dem Gestein gleichzeitig gebildet, auf der Oberfläche, in den Spalten und Drusenräumen zu finden sind. In einem zweiten Falle entstehen die sublimirten Mineralien durch späteres Eindringen von Gasen und Dämpfen in das fertig gebildete Gestein, indem sie auch hier wieder auf einander und auf das Gestein einwirken oder weiter zersetzt werden. In dem letzteren Falle pflegt die Zersetzung des Gesteins eine stärkere zu sein.

Die einzelnen Punkte, an denen sich in den Vulkanen und Solfataren Gase und Dämpfe entwickeln und Sublimate absetzen, heissen Fumarolen; Stätten

vulkanischer Thätigkeit, die wesentlich Schwefel und Schwefelverbindungen liefern, Solfataren.

Nächst dem Schwefel besteht bei weitem die Hauptmenge der namentlich in thätigen wie erloschenen Vulkanen und Solfataren sublimirten Mineralien[1]) aus flüchtigen Chloriden und den aus diesen hervorgehenden Mineralien. Sie werden hier von Fluor- und Fluorsilicium-Verbindungen begleitet, welche, weil meist weiter zersetzt, in Sublimaten und sublimirten Mineralien nur sparsam auftreten. Eine zweite Gruppe bilden Schwefel und Schwefelarsenide, eine dritte Apatit, Borsäurehydrat, eine vierte. welche stets indirekt entsteht, Quarz. Tridymit und Silikate.

A. Die sublimirten Chloride und die aus ihnen hervorgehenden Mineralien.

Zu den in Vulkanen und Solfataren häufigst sublimirten Chloriden gehören Chlornatrium, die Chlorverbindungen des Eisens, und Chlorammonium (Salmiak). Ausserdem kommen vor: Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorblei,[2]) (Cotunnit), Chlorkupfer, Chlorkobalt,[3]) Chlornickel, Chlorzinn,[3]) Chloraluminium.[4]) Von ihnen haben Bestand: Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorblei, Chlorkalium. Die übrigen finden sich entweder in zu geringer Menge oder sind zerfliesslich,[5]) oder werden weiter zersetzt.[6]) Selten sind die einzelnen Chloride rein, gewöhnlich mit einander gemengt (Cl Na enthält gewöhnlich Cl Ka), bisweilen treten sie zu ephemeren Verbindungen zusammen. Färbungen des Chlornatriums und Salmiaks durch geringe Mengen der Chloride der schweren Metalle und der aus diesen hervorgehenden Produkte sind gewöhnlich, ebenso Zumengung weiterer Zersetzungsprodukte, namentlich von Sulfaten (auch freier Schwefelsäure), Oxyden,[7]) Oxychlorüren,[7]) seltener von Karbonaten.

Pseudocotunnit vom Vesuvausbruch 1872 enthält nach Scacchi[8]) 57,75 pCt. $PbCl^2$; 32,68 pCt. KCl; 5,91 pCt. $CaCl^2$; 3,87 pCt. ClNa; etwa $2\,ClK + 1\,PbCl^2$.

Von ephemeren Combinationen sind zu nennen: Kremersit, $2\,Am\,Cl + 2\,K\,Cl + Fe^2Cl^6 + 3\,aq$, rothe zerfliessliche Oktaeder, im Vesuvkrater 1851 von Kremers beobachtet;[9]) Erythrosiderit $4\,KCl + Fe^2Cl^6 + 2\,aq$, rothe zerfliessliche Krystalle, von Scacchi bei dem Vesuvausbruch 1872 gefunden,[10]) Chlorocalcit

[1]) Die durch Kohlenbrände erzeugten Sublimate sind am Schluss zusammengestellt. — [2]) Nach Scacchi am Vesuv fluorhaltig. — [3]) H. Davy fand in purpurfarbenem Chlornatrium von Vesuv 1820 Chlorkobalt; C. Schmidt in Sublimaten des Kraterbodens von Stromboli Nickel- und Zinnoxyd. Zs. geol. Ges. 9. 403. 1857. — [4]) Scacchi. Vesuvausbruch 1872. Atti d. Accad. di Napoli. Vol. VI. 1874. Auch früher schon beobachtet. Palmieri gibt Lithion und Thallium als spektralanalytisch nachweisbar in Sublimaten des Vesuvs von 1871 an. — [5]) Das sehr hygroskopische Eisenchlorid zerfliesst, sobald die Fumarole erstirbt. — [6]) Eisenchlorür zersetzt sich an der Luft rasch. — [7]) O. Silvestri fand (A. Strecker. Jahresber. Chem. f. 1868. 1032) in graubraunen Sublimaten der Vesuvlava von 1867 neben vorwiegendem Chlornatrium und 1,1 pCt. Chlorkalium 5,855 pCt. Kupferoxydul; in grünlichen Sublimaten 0,615 pCt. Kupferoxychlorür. Der Salmiak des Vesuvs ist nach Scacchi oft gelblich gefärbt durch basisches Eisenchlorid und enthält oft Fluor- und Fluorsilicium-Verbindungen. — [8]) Atti d. Accad. di Napoli. Vol. 6. 1874 in Contrib. mineralog. II. — [9]) Pogg. Ann. 84. 79. 1851. — [10]) Rendiconto. Accad. di Napoli. Oct. 1872. Vergl. Zs. geol. Ges. 24. 505. 1872. Auch 1822 am Vesuv gefunden.

$= 58{,}_{78}$ pCt. Cl^2Ca neben $ClKa$, $ClNa$, Cl^2Mn, reguläre Krystalle in Bomben desselben Ausbruchs von Scacchi beobachtet.

Durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf die sublimirten Chloride entstehen Schwefelmetalle. Covelli[1]) fand im Vesuvkrater aus $CuCl^2$ und SH^2 entstanden den nach ihm benannten Covellin (CuS), Scacchi ebenda Bleiglanz aus $PbCl^2$ und SH^2 gebildet.

Viel zahlreicher und häufiger sind die aus Chloriden durch Zersetzung mit schwefliger, resp. Schwefel-Säure hervorgehenden, wasserfreien und wasserhaltigen Sulfate, die bald mit Chloriden gemengt, bald ziemlich rein auftreten. Kleine Mengen von Chloriden und Sulfaten der schweren Metalle bewirken Färbungen. So entsteht aus Cl^2Ca am Vesuv Anhydrit und Gyps; Aphthalos ($K^2N^2OSO^3$, zuweilen mit mehr Natron als Kali, nach Scacchi[2]) rhomboedrisch) aus $ClKa$ am Vesuv und Aetna; Mascagnin (Am^2OSO^3) aus $ClAm$ am Vesuv, Aetna, Solfatare von Puzzuoli, auf den Liparischen Inseln.[3]) Anglesit ($PbOSO^3$) fast rein, durch Kupfer grün gefärbt, fand Scacchi[4]) am Vesuv, ebenda Dolerophan ($2CuO + SO^3$) und daneben, oft in Dolerophan eingeschlossen, Hydrocyan[5]) ($CuOSO^3$), das an der Luft Wasser aufnimmt und zu $CuOSO^3 + 5aq$ wird. Blaue Sublimate aus Cl, K, Cu, SO^3 bestehend, am Vesuv beobachtet, nennt Scacchi Chlorothionit.[6])

In einer grünen erdigen Substanz vom Vesuvausbruch 1872 fand Scacchi[7]) Mengungen von $PbCl^2$ mit $PbOSO^3$ und einem basischen Kupfersulfat, etwa von der Formel $4CuO + SO^3 + 4aq$.

Von den Mengungen der Chloride und der aus ihnen entstandenen Sulfate liegen zahlreiche Analysen vor. In weissen, vollständig in Wasser löslichen Absätzen trockener (d. h. wasserfreier) Fumarolen auf Lava zunächst den Kegeln, denen sie entströmt war, Vesuvausbruch Mai 1855, fand Ch. Sainte-Claire Deville[8]) I.; Morawski und Schinnerer[9]) in Sublimaten des Vesuvs 1871 II.; Bunsen[10]) in denen des Heklakraters 1845 III.

	I.	II.	III.
$ClNa$	94,3	89,24	5,65
Cl^2Mn	0,6	—	—
K^2OSO^3	1,0	—	0,88
Na^2OSO^3	0,2	9,80	16,78
$CaOSO^3$	2,7	—	63,41
$MgOSO^3$	0,4	0,42	12,68
Wasser, hygroskop.	0,8	0,39	—
	100,0	99,85	99,40

In den gelblichen Sublimaten des Kraterbodens von Stromboli fand

1) Ann. Ch. Phys. 35. 105. 1827. — 2) Atti d. Accad. di Napoli. 1870. — 3) Hausmann. Handbuch d. Miner. 2. 1181. 1847. In der Solfatara von Pozzuoli findet sich nach Scacchi daneben Ammoniakalaun. — 4) Rendiconto d. Accad. di Napoli. Dec. 1877. — 5) ib. März 1870. Auch bei dem Vesuvausbruch Mai 1855 beobachtet. — 6) Contrib. miner. II. 1874. — 7) Rendiconto d. Accad. di Napoli. Dec. 1877. — 8) Bull. géol. (2) 13. 620. 1856. Eisen Spur. — 9) Verhandl. geol. Reichsanst. 1872. 161. — 10) Jahrb. Miner. 1851. 866 und Pogg. Ann. 83. 343. 1851.

C. Schmidt[1]) neben Spuren von Natron, Kali, Kupfer-, Nickel- und Zinnoxyd. Kieselsäure: Cl Am 85,43; $Fe^2 Cl^6$ 1,46; Am^2 O S O^3 2,81; Mg O S O^3 1,44; Ca O S O^3 1,00; $\ddot{A}l$ 3 S O^3 1,30; freie Schwefelsäure 0,13; Schwefel 1,21; über 100° entweichendes Wasser 0,82; bei 100° entweichendes Wasser 3,47 pCt. = 99,07.

Aus Auflösungen derartiger Salzgemische krystallisiren[2]) ausser Chlornatrium, Kalisulfat und Salmiak: Thenardit (= Pyroteknit) Na^2 O S O^3 und Glaubersalz (Na^2 O S O^3 + 10 aq), Bittersalz (Mg O S O^3 + 7 aq), Kupfervitriol (Cu O S O^3 + 5 aq), Cyanochrom (Cu O S O^3 + K^2 O S O^3 + 6 aq), Pikromerit (K^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 6 aq), Cupromagnesit (Cu Mg) O S O^3 + 7 aq, Mangansulfat, Eisenvitriol (Fe O S O^3 + 7 aq), Coquimbit ($\ddot{F}e$ 3 S O^3 + 9 aq), Alaun und Alunogen ($\ddot{A}l$ 3 S O^3 + 18 aq).

Aus den sublimirten Chloriden gehen durch Zerlegung mittelst Wasserdampf Salzsäure und wasserfreie Oxyde hervor: namentlich Eisenglanz; Magneteisen; Tenorit (Cu O); Magnoferrit (Mg O + $\ddot{F}e$); Spinell[3]) und Periklas[4]) (MgO); Kupferoxydul[5]) (Cu^2 O). Ihrer Entstehungsweise nach sind sie oft nicht chemisch rein und erleiden ferner weitere Veränderungen. In chemischer Verbindung mit nicht vollständig zersetzten Chloriden kommen Oxydhydrate vor. Aus Cl Na[6]) geht Na O hervor, das durch Aufnahme von Kohlensäure, Natronkarbonat liefert (s. unten). Ob die am Aetna beobachteten Brookite aus Chlor- oder Fluor-Titan oder beiden zugleich entstanden, bleibt dahin gestellt. Ueber Pseudobrookit s. unten.

Von den wasserfreien Oxyden ist Eisenglanz, das bei weitem häufigste Vorkommen, in thätigen und erloschenen Vulkanen, sowie auf Lavaströmen zu finden. Rammelsberg fand in Eisenglanz (sp. G. 5,303) vom Vesuv 96,15 pCt. $\ddot{F}e$, 3,11 Fe O, 0,74 pCt. Mg O. Ein mit dem Magnet ausziehbarer Theil verlor in Wasserstoff nur 28,21 pCt. (statt 30 pCt.), war also sehr reich an Eisenoxydul.[7]) In kupferrothen sehr zarten Eisenglanzblättchen der kleinen Kegel des Vesuvausbruchs 1855 fand Guiscardi[8]) 93,94 pCt. $\ddot{F}e$ und 2,547 pCt. Ti O^2.

In schwarzen, regulären, von Eisenglanzblättchen durchsetzten, magnetischen Oktaedern von Magnoferrit (sp. G. 4,65) vom Vesuv fand Rammelsberg nach möglichster Entfernung des Eisenglanzes 84 pCt. Eisenoxyd und 16 pCt Magnesia. Wahrscheinlich in reiner Form ein Glied der Spinellgruppe Mg O + $\ddot{F}e$ = 80 pCt. $\ddot{F}e$ + 20 pCt. Mg O.[9]) Aehnliche, aber nicht analysirte Krystalle kamen auch bei der Aetnaeruption 1865 vor.[10]) Auch in Ascension beobachtet.[11])

In einem oktaedrischen, nicht glattflächigen, matten, an den Ecken mit

[1]) Abich. Zs. geol. Ges. 9. 404. 1857. — [2]) Vergl. Scacchi. Bericht über den Vesuvausbruch 1855 und a. a. O.; Zs. geol. Ges. 4. 162. 1852 und ff., Roth. Vesuv. 320 u. s. w. — [3]) Aus Vesuvbomben von Heim (Zs. geol. Ges. 25. 51. 1873) erwähnt. — [4]) Chlormagnesium und Wasserdampf liefern nach Daubrée Periklas, dessen Bildung also aus Chlormagnesium möglich ist. Bull. géol. (2) 12. 301. 1855. — [5]) Von Hausmann (Mineralogie. 1. 210) als am Vesuv vorkommend erwähnt. Vergl. weiter unten. Sonst nirgend erwähnt. — [6]) Cl Na wird bei höherer Temperatur unter Mitwirkung von Wasserdampf durch Silikate zerlegt in Salzsäure und Natron. — [7]) Pogg. Ann. 104. 531. 1858. — [8]) Annali del Osservat. meteorol. Vesuviano. 1862. 29. Auch im Tenorit von 1858 fand Guiscardi Spuren von Titansäure. — [9]) Pogg. Ann. 104. 506 und 107. 451. 1859. Die Krystalle enthielten etwas Kupfer, aber keine Titansäure. — [10]) Silvestri, s. vom Rath. Jahrb. Miner. 1870. 263. — [11]) Zs. geol. Ges. 25. 108. 1873.

Eisenglanzblättchen besetzten, stark magnetischen Krystall vom Fosso di Cancherone, Somma, fand **Rammelsberg**[1]) 92,91 pCt. $\ddot{F}e$, 6,17 pCt. Fe O, 0,82 pCt. Mg O = 99,90 (sp. G. 5,235) und stellt ihn zu den Martiten.

Pseudobrookit aus zersetztem Augitandesit des Aranyerberges, Hunyader Comitat, Ungarn, dunkelbraune bis eisenschwarze Tafeln (sp. G. 4,98) enthält nach A. **Koch**[2]) 52,74 pCt. Ti O^2, 42,29 pCt. $\ddot{F}e$, 4,28 pCt. Ca O und Mg O, 0,69 Glühverlust = 100,00.

Gelber bis röthlichgelber, in der Hitze rother Anflug der Bocchen des Aetnaausbruches 1865 enthält nach **Silvestri** 30,0 pCt. Cu Cl^2, 56,5 pCt. Cu O, 13,5 pCt. Wasser = Cu Cl^2 + 3 (Cu O + aq). Bei gewöhnlicher Temperatur und unter dem Einfluss der Atmosphäre ändert sich die Farbe in Grün um.[3]) Aus Tenorit und Salzsäuredämpfen geht nach **Scacchi**, oft unter Erhaltung der Form, grünen Atelit (Cu Cl^2 + 2 Cu O + 3 aq) hervor. Auch in den Sammlungen, wenn das Gestein freie Salzsäure enthält.[4])

Nach **Silvestri** entstanden bei dem Aetnaausbruch 1865 (auch 1843) auf Laven weisse, wegen ihrer Löslichkeit leicht vergängliche Rinden von Natronkarbonat. Aus Chlornatrium entstanden durch Zerlegung mittelst Wasserdampf Cl H und Na^2 O, welches aus Luft (und Fumarolen) Kohlensäure aufnahm.[5]) Dieselbe Bildung beobachtete **Heim**[6]) bei dem Vesuvausbruch April 1872.

Natronkarbonat gemengt mit Chloriden fand **Silvestri**[7]) auf Aetnalaven 1865 in Sublimaten, welche weitere Zerlegung durch Schwefelsäure zeigten.

	1	2	3	4
Cl Na	50,19	63,02	76,01	41,00
Cl Ka	0,50	0,27	0,03	0,91
Na^2O CO^2	11,12	6,49	2,11	55,33
Na^2O SO^3	1,13	Spur	0,75	2,76
Wasser	37,06	30,22	21,10	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

B. Schwefel und Schwefelarsen.

Neben dem Schwefel oder mit ihm gemengt werden Schwefelarsenide und Selen (wahrscheinlich als Selenschwefel) sublimirt.

Phipson[8]) fand im Schwefel der Solfatara von Pozzuoli 87,60 pCt. Schwefel, 11,162 pCt. Arsen und 0,264 pCt. Selen. Der Schwefel von Vulcano enthält nach **Deville** Arsen, ebenso der von Kilauea nach **Dana**, der von Lipari nach **Stromeyer** Selen und Arsen.

Als Sublimat auf Vesuvlaven von 1794 beobachteten **Breislak** Realgar (As S),

[1]) Pogg. Ann. 104. 548. 1858 und Handb. d. chem. Miner. 148. — [2]) Tschermak. Miner. und petrogr. Mitth. 1878. 350 = Jahrb. Miner. 1878. 652. Ob kein Eisenoxydul vorhanden war? — [3]) Jahrb. Miner. 1870. 261. — [4]) Atti d. Accad. di Napoli. Vol. VI. 1873. — [5]) Jahrb. Miner. 1870. 259. — [6]) Zs. geol. Ges. 25. 23. 1875. — [7]) Jahrb. Miner. 1870. 260. 266. — [8]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 57. Bornemann (Zs. geol. Ges. 8. 527 und 9. 472. 1857) fand im Absatz der Schwefel, Salmiak und Borsäure liefernden Fumarolen von Volcano freies Jod.

auf Laven von 1822 Monticelli und Covelli daneben auch Operment (A^2S^3). In den Solfataren von Pozzuoli und Guadeloupe werden beide abgesetzt.[1])

C. Apatit, Borsäurehydrat.

Unter den Auswürflingen des Vesuvausbruchs 1872 fand Scacchi einige mit sublimirten, weissen, durchsichtigen Apatitkrystallen.[2])

Die Borsäure ist für sich vollkommen feuerbeständig, verdampft aber mit Wasser verbunden in Gesellschaft desselben und setzt sich als Sassolin ($B^2O^3 + aq$) ab, der häufig im Krater von Vulcano, sparsam in der Solfatara von Pozzuoli, selten am Vesuv beobachtet ist, und sich reichlich in den toskanischen Suffioni bei Sasso, Monte Cerboli, Serrazzano, Castel nuovo u. s. w. absetzt.

D. Quarz, Tridymit und Silikate.

Ausser Quarz und Tridymit kennt man durch Sublimation gebildet die Silikate: Leucit, Augit, Hornblende, Glimmer, Sodalith, Cavolinit, Mikrosommit, Granat, Sanidin, Sphen,[3]) Neochrysolith,[4]) Szaboit, Anorthit, Hypersthen, Zirkon; fraglich Idokras, Wollastonit.

Mit Ausnahme von Quarz, Anorthit, Hypersthen, Zirkon und Szaboit sind alle diese Silikate, namentlich durch Auswürflinge des Ausbruches 1872, am Vesuv durch Scacchi und vom Rath nachgewiesen. Den Tridymit fand vom Rath[5]) in Auswürflingen des Vesuvs von 1822 und in Bomben[6]) des Ausbruchs 1872.

Von weiteren Fundstellen sublimirter Silikate sind zu nennen: Eiterkopf bei Plaidt, Korretsberg bei Kruft, im Laacher-Seegebiet;[7]) Bellingen, Westerwald;[8]) Cerro St. Christobal bei Pachuca;[9]) Montd'or;[10]) Siebengebirge; Euganeen (Monte Pendise); Santorin;[11]) Ischia;[12]) der Aranyer Berg, Hunyader Comitat, Ungarn u. s. w. Von allen diesen sublimirten Mineralien erscheint Tridymit am häufigsten. Man darf annehmen, dass Quarz[13]) und Tridymit aus der Zersetzung von Fluor- oder Chlor-Silicium durch Wasserdampf entstanden, während die Silikate aus dem Zusammentreffen der entsprechenden Fluoride oder Chloride und Fluor-Silicium-Verbindungen mit Wasserdampf hervorgingen.

Die älteste, mir bekannte Beobachtung über sublimirte Silikate ist von Breislak. „Als die Lava von 1794 in die Kirche von la Torre (del Greco)

[1]) Dimorphin Scacchi ist nach Kenngott (Jahrb. Miner. 1870. 537) Operment. — [2]) Contrib. mineral. P. II. 1874. 67 aus Atti d. Accad. di Napoli. Vol. VI. 1873. — [3]) Scacchi. Rendiconto d. Accad. di Napoli. August 1852. s. Roth. Vesuv. 380 und ff. — [4]) ib. Oct. 1876. In der Cupa di Sabataniello in Drusen der Lava von 1631 gefunden. Enthält FeO und MnO. — [5]) Pogg. Ann. 147. 280. 1872. — [6]) Zs. geol. Ges. 25. 236. 1873. — [7]) vom Rath. Pogg. Ann. 128. 421. 1866. — [8]) vom Rath. Pogg. Ann. 147. 282. 1872. — [9]) vom Rath. Pogg. Ann. 135. 438 und 152. 17. Eisenglanz, Hornblende, Augit, Tridymit. — [10]) Am Capucin nach Des Cloizeaux Tridymit, Sanidin, Eisenglanz, Magneteisen, Hypersthen, Zirkon. Zs. geol. Ges. 25. 366 und vom Rath. Pogg. Ann. 152. 28. [11]) Nach Hessenberg findet sich dort Sphen, Anorthit, Wollastonit, Anhydrit sublimirt. (Jahrb. Miner. 1874. 832.) — [12]) vom Rath. Zs. geol. Ges. 18. 629. 1866. — [13]) Auf Klüften einer trachytischen Lava von Lipari durch vom Rath beobachtet. Pogg. Ann. 147. 282. 1872. Die am Monte Spina, am Lagno d'Agnano, in Hohlräumen des Trachytes vorkommenden Quarze hält Scacchi für sublimirt.

eindrang, bildete sie dort Augitkrystalle durch Sublimation. Thompson fand einige Zeit später haarförmige Krystalle (de capillaires) auf den Mauertrümmern, welche sie eingewickelt hatte." [1])

Heine[2]) fand 1838 auf der Sangerhauser Kupferhütte auf einer Lage von graphitähnlicher Kohle, aber auch zum Theil mit zinkischen Ofenbrüchen und Ofensteinmassen verwachsen, hauptsächlich in drusenähnlichen Räumen Orthoklase (sp. G. $2{,}_{56}$), welche analysirt wurden. Die im Anfang des Rauchfangs des Puddelofens zu Seveux (Haute-Saône) gebildeten Olivine sind nach Ebelmen aus 30 pCt. $Si\,O^2$ und 69 pCt. Fe O zusammengesetzt.[3]) Waren sie durch Sublimation entstanden?

Von Analysen sublimirter Silikate liegen folgende vor:

In sublimirten Leuciten der Auswürflinge des Vesuvausbruchs April 1872 fand vom Rath $56{,}_5$ pCt. $Si\,O^2$; $25{,}_3$ $\dddot{A}l$; $16{,}_2$ $K^2\,O$; $2{,}_8$ pCt, $Na^2\,O = 100{,}_8$. Trotz der geringen Menge des analysirten unreinen Materials ist die Uebereinstimmung mit der Leucitmischung befriedigend.[4])

In braunen, messbaren, sublimirten Hornblendekrystallen aus einem conglomeratischen Auswürfling des Vesuvausbruches vom Jahre 1872 fand vom Rath[5]) 1; in schwarzen sublimirten Hornblendenadeln eines vesuvischen Leucitophyrblockes 2.

	1.	2.
$Si\,O^2$	$41{,}_7$	$41{,}_7$
$\dddot{A}l$	$8{,}_3$	$9{,}_5$
$\dddot{F}e$	$14{,}_7$	$17{,}_7$
Mg O	$16{,}_5$	$13{,}_4$
Ca O	$14{,}_5$	$13{,}_4$
$Na^2\,O$	$4{,}_3$*	$4{,}_3$ *
	$100{,}_0$	$100{,}_0$
	sp. G. $3{,}_{112}$.	sp. G. $3{,}_{235}$ b. $20{,}_5$°.

Eine Berechnung ist wegen der mangelnden Bestimmung der Alkalien und der Eisenoxyde nicht möglich; keinen Falls ist viel Eisenoxydul vorhanden.

In grünen sublimirten Augitkrystallen, die aus zahllosen kleinsten Theilen aufgebaut sind, so dass die nicht genau messbaren Flächen einen seideähnlichen Glanz erhalten, aus einem conglomeratischen Auswürfling des Vesuvausbruches vom Jahre 1822 fand vom Rath, der aus Mangel an Material die Eisenoxyde nicht bestimmte:

	$Si\,O^2$	$\dddot{A}l$	Fe O	Mg O	Ca O	
	$48{,}_4$	$5{,}_6$	$9{,}_5$	$13{,}_7$	$22{,}_9$	$= 100{,}_1$, sp. G. $3{,}_{252}$.
O	$25{,}_{81}$	$2{,}_{61}$	$2{,}_{01}$	$5{,}_{48}$	$6{,}_{54}$;	mit $3{,}_{96}$ Fe O und $6{,}_{16}$ pCt. $\dddot{F}e$

[1]) Voyages phys. et litholog. dans la Campanie. 1. 276. 1801. — [2]) Jahrb. Miner. 1835. 31 und 342. Kersten (Archiv. 8. 226. 1835) sah auf dem Querbruch krystallinische Schichten von Feldspath mit ganz schwachen Kohlenschichten wechseln. — [3]) Ann. min. (3) 13. 671. 1838. „A l'entrée de la cheminée du four à puddler". Sie enthielten bisweilen metallisches Eisen. — [4]) Pogg. Ann. Ergänzungsband. 6. 229. 1873. — [5]) Pogg. Ann. Ergänzungsband. 6. 233 und 236. 1873.

berechnet etwa 9 RO Si $O^2 + \dddot{R}$. Die Zusammensetzung ist die der Augite aus den Vesuvlaven.[1])

Im Mikrosommit aus einem Auswürfling des Vesuvausbruches von 1872 fand vom Rath

Si O^2	$\ddot{A}l$	Ca O	Na^2 O	K^2 O	Cl	SO^3	
$33._0$	$29._0$	$11,_2$	$8,_7$	$11,_5$	$9,_1$	$1,_7$	$= 104._2$

und berechnet daraus die Formel[2])

$$\left.\begin{matrix} {}^2/_5\, K^2\, O \\ {}^3/_5\, Ca\, O \end{matrix}\right\}, \dddot{Al}, 2\, Si\, O^2 + Na\, Cl + {}^1/_{13}\, CaO\, SO^3.$$

Scacchi[3]) fand in den von ihm analysirten Mikrosommiten des Monte Somma und der Auswürflinge von 1872 $6,_{74}$ bis $8,_{36}$ pCt. K^2 O; $8,_{46}$ bis $10,_{16}$ Na^2 O; $4._{17}$ bis $6,_{04}$ SO^3 und $6,_{54}$ bis $8,_{17}$ pCt. Cl.

In haarbraunen, sehr dünntafeligen, triklinen Szaboiten (sp. G. $3,_{505}$) aus zersetztem Augitandesit des Aranyer Berges, Hunyader Comitat, Ungarn, fand A. Koch $52,_{35}$ pCt. Si O^2; $44,_{70}$ $\dddot{Fe}$ (mit wenig $\dddot{Al}$), $3,_{12}$ pCt. Ca O (Mg O und Na^2 O Spur) und $0,_{40}$ pCt. Glühverlust.[4])

Aehnlich wie in den Vulkanen und Solfataren werden aus brennenden Kohlenlagern, bei sogenannten Erdbränden und auf entzündeten Halden, namentlich aus schwefelkieshaltigen Kohlen, Mineralien sublimirt. Dahin gehören Schwefel,[5]) Realgar,[5]) Operment,[8]) Salmiak,[5]) Arsenolith[9]) (As^2 O^3). Als Fundorte sind zu nennen: Cransac,[6]) Dép. de l'Aveyron; Commentry,[5]) Dép. de l'Allier; St. Etienne; Bradley, Staffordshire;[5]) Duttweiler;[7]) Hänichen im Plauenschen Grund;[8]) Gegend um Zwickau;[8]) Häring;[9]) Boden bei Falkenau;[9]) Kutterschütz und Rudia, in Brand gerathene Löschhaufen von Braunkohlen.[10]) Mascagnin (Ammonsulfat), nach Hausmann in Cransac und Bradley durch Steinkohlenbrände entstanden,[11]) geht auch hier aus zersetztem Salmiak hervor.

Von zersetzten Mineralien liegen nur wenige Analysen vor, weil es nur selten gelingt, sie aus den zersetzten Gesteinen rein loszulösen. Die Vorgänge sind ausführlicher bei der Zersetzung der Gesteine zu erläutern.

In weissen, auf den Krystallflächen fettglänzenden Augiten des Vesuvkraters, welche durch die sauren Dämpfe zersetzt waren, fand Rammelsberg[12]) a; in Augit aus den Laven von 1857 I.

[1]) Pogg. Ergänzungsband. 6. 233. 1873. — [2]) Pogg. Ergänzungsband. 6. 375. 1873 und Zs. geol. Ges. 25. 225. 1873. — [3]) Rendiconto d. Accad. d. scienze fis. e matem. April 1876. — [4]) Tschermak. Mineralog. und petrograph. Mitth. 1878. 356. — [5]) Bronn. Handb. d. Gesch. der Natur. 1. 324 und 642. 1841. Deicke. Jahrb. Miner. 1860. 76. Oberhausen. — [6]) Blondeau. Jahrb. Miner 1851. 199. — [7]) G. Bischof. Chem. Geolog. I. 639 und III. 170. — [8]) Frenzel. Miner. Lex. f. Sachsen. 33 und 285. — [9]) v. Zepharovich. Miner. Lex. f. Oesterreich. 1. 389 und an anderen Orten. — [10]) Reuss. Umgebungen von Teplitz und Bilin. 1840. 99. — [11]) Handb. d. Miner. 2. 1182. 1847. — [12]) Pogg. Ann. 49. 388. 1840 = Blum. Pseudom. 59.

	a	I.
$Si O^2$	85,34	49,61
Äl	1,58	4,42
F̈e	1,67	—
Fe O	—	9,08
Mg O	1,70	14,22
Ca O	2,66	22,83
Wasser	5,47	—
	98,42	100,16

Alle Basen sind in a bis auf geringe Reste fortgeführt, auch die Thonerde, so dass Kieselerdehydrat fast allein übrig blieb. Zuerst werden die dunkelgrünen Augite grünlich- oder bläulichgrau, dann gelblich und endlich weiss. Oft findet sich in der angegriffenen Hülle noch ein frischer Kern. Die ganz zersetzten Augite bewahren aussen die Form; innen werden sie porös und zellig, in Folge der Fortführung der Basen, welche als salzsaure oder schwefelsaure Salze leicht löslich sind. Das Eisenoxydul wird dabei zu Eisenoxyd oxydirt und endlich ebenfalls als salzsaures oder schwefelsaures Salz fortgeführt.

In weisser, leichter, poröser Masse des Bodens einer Solfatare bei Pozzuoli, d. h. in dem durch saure Gase zersetzten, wesentlich aus Sanidin bestehenden Sanidintrachyt, fanden Morawski und Schinnerer:[1])

$Si O^2$ 90,19 pCt., Äl 1,84; F̈e Spur, Ca O 0,62, Alkali 0,40, Wasser und organische Substanz 4,19 pCt.

Als Rest ist, ähnlich wie bei den zersetzten Augiten, fast nur lösliches Kieselsäurehydrat übrig geblieben.

Nach Blum zeigen die Sanidine des zersetzten Trachytes von Furnas d'Enxofre, Terceira, die Umwandlung in Opal. Die Oberfläche ist fest und zusammenhängend geblieben, das Innere zellig und porös.[2])

Die Oligoklase des „Phonolithporphyrs" vom Teydegipfel, Tenerife, fanden v. Fritsch und Reiss[3]) in Opal pseudomorphosirt.

Als Zersetzungsprodukt doleritischer Laven findet sich in Lipari unreines Kieselkupfer, zum Theil in Pseudomorphosen nach Labrador. Stübel fand darin a; im „Stübelit" Breithaupt, den a begleitet, b. Beide gehen in Kieselkupfer über.

	$Si O^2$	Äl	F̈e	$Mn O^2$	Cu O	Mg O	Chlorkupfer	Wasser	
a	49,78	2,27	0,40	Spur	25,17	—	1,99	19,36	= 98,92
b	26,99	5,37	10,18	21,89	14,39	1,08	1,85	16,85	= 98,05.

Nach Blum lässt sich über die Art der Bildung dieser Substanzen nichts angeben.[4]) Sie entstanden wohl durch Wirkung sublimirten Chlorkupfers auf die Doleritlava.

[1]) Verh. geol. Reichsanst. 1872. 161. — [2]) Pseudom. III. 52. — [3]) Geol. Beschreibung d. Insel Tenerife. 1868. 423. — [4]) Blum. Pseudom. III. 260. Breithaupt. Berg- und Hüttenm. Ztg. 24. 322. 1855 = Jahrb. Miner. 1865. 743.

Von den Produkten der Zersetzung der Dolomite und dolomitischen Kalke mittelst Wasserdampf liegen zahlreiche Analysen vor. Aus dem Magnesiakarbonat entstehen Magnesiahydrate, seltener wird von ihm nur Kohlensäure abgegeben. Die Bildung von Periklas, der in den Tuffen des Monte Somma und des Vesuvs in Kalkgesteinen vorkommt, erscheint an diese Vorgänge geknüpft.

Im Periklas, der in Kalkblöcken der Somma mit erdigem Magnesit und Forsterit vorkam, fand Scacchi[1]) I, Damour[2]) in Periklas der Somma II. Cossa in Periklas[3]) aus Predazzit[4]) der Riva di Quaglia III:

	I	II		III	
		a	b	a	b
Mg O	90,26	93,38	93,86	95,39	95,78
Fe O	8,53	6,01	5,97	4,56	4,13
	98,79	99,39	99,83	99,95	99,91
	sp. G. 3,75	sp. G. 3,674		sp. G. 3,642.	

Durch Verwitterung erhält der Periklas einen Ueberzug von Eisenoxydhydrat, endlich wird er in Lösung fortgeführt, so dass mit Eisenoxydhydrat erfüllte Höhlungen entstehen.

In Periklas enthaltenden Predazziten der Riva di Quaglia fand Cossa (l. c.) an verschiedenen Stellen desselben Handstücks verschiedene Zusammensetzung.

	1	2	3
Ca O	43,56	45,02	45,73
Mg O	12,81	11,28	9,32
Fe O	0,12	0,32	0,41
CO^2	36,21	39,45	40,28
Wasser	5,23	4,37	3,97
	97,93	100,44	99,71

Nach der Menge der Kohlensäure ist ausser Kalkkarbonat ein Magnesiakarbonat und Brucit vorhanden. Eine weisse opake Substanz hält Cossa für amorphes Magnesiahydrat. Die Gegenwart des Brucites liess sich durch Silbernitratlösung nachweisen. Das Gestein löste sich in sehr verdünnter Salzsäure, so dass Dolomit darin nicht anzunehmen ist.

Damour (l. c.) fand im Gestein, aus welchem er den Periklas analysirte, 80,12 pCt. $CaOCO^2$, 16,69 pCt. $MgOCO^2$ und 2,35 pCt. kieseliger Rückstand. Da das Gestein sich vollständig (bis auf den kieseligen Rückstand) in kalter verdünnter Essigsäure löste, ist es nach Damour nicht Dolomit, sondern ein Gemenge von etwa $4\,CaOCO^2 + 1\,MgOCO^2$.

[1]) Mem. mineral. 1841. 22. Ausserdem 1,22 pCt. Unlösliches. Verlust der Magnesia zugerechnet. — [2]) Bull. géol. (2) 6. 313. 1849. Die Differenz mit früheren Analysen schreibt Damour der Trennungsmethode zu. — [3]) Atti Accad. dei Lincei (2) Vol. 3. 1876. Cossa stellte Periklas dar durch Erhitzen eines Gemenges von Chlornatrium und krystallisirtem Magnesiasulfat. — [4]) Für die Mengung der zersetzten Kalk- und Magnesiakarbonate mit Magnesiahydraten gebrauche ich die Bezeichnung Predazzit.

Hellbläulich grauer dichter Predazzit (sp. G. 2,524) aus Sommatuffen enthält nach Roth:[1])
Ca O 35,61; Mg O 24,61; C O^2 28,73; Wasser 11,27; Si O^2, Äl, F̈e 0,37 = 100,59, entsprechend Ca O C O^2 + Mg O H^2 O. Normaldolomit war also durch Wasserdampf vollständig in ein Gemenge von Kalkkarbonat und Brucit zerlegt.

In einem „fast dichten, weissen Dolomit mit ebenem Bruche" aus dem Peperin vom Kapuzinerkloster oberhalb Albano fand vom Rath a, in einem grobkörnigen, gelben, marmorähnlichen Gestein ebendaher, das sich nur allmählich in Salzsäure löste (nach Abrechnung von 5,51 pCt. Unlöslichem) b.

	a	b	a^1	b^1
Ca O	35,08	40,32	35,64	39,60
Mg O	21,40	20,47	21,82	20,20
C O^2	35,35	31,06	36,00	31,11
Wasser *	7,87	8,15	6,54	9,09
Unlöslich	0,30	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

Berechnet man a auf 7 Ca O + 6 Mg O + 9 C O^2 + 4 aq = 7 Ca O C O^2 + 2 Mg O C O^2 + 4 Mg O + 4 aq, so erhält man a^1; b auf 7 Ca O C O^2 + 5 Mg O + 5 aq berechnet, gibt b^1. Der Dolomit 7 Ca O C O^2 + 5 Mg O C O^2 ist aus dem Peperin von Marino durch vom Rath analysirt.[2])

In kugeligen, innen dichten, gelblichen Aggregaten von „Hydromagnocalcit" aus Sommatuff fanden[3]) v. Kobell a, Rammelsberg b (sp. G. 2,495).

	a	b	c	d
Ca O	25,22	26,90	50,09	38,33
Mg O	24,28	23,23	5,68	26,94
C O^2	33,10	43,40	42,47	33,12
Wasser	17,40	6,47	Si O^2 0,20	H^2 O 1,61
	100,00	100,00	F̈e 0,76	—
			99,20	100,00

		Ca O	Mg O	C O^2	Wasser
a	=	15	20	25	32
b	=	16	20	33	12

a = etwa 3 Ca O C O^2 + 2 Mg O C O^2 + 2 Mg O + 6 aq. b = 16 Ca O C O^2 + 8 Mg O C O^2 + 3 (4 Mg O 3 C O^2 4 aq) (Hydromagnesit).

Im lockeren Pulver c, das die Zwischenräume der Kugeln b erfüllt, ist O von R O : O zu C O^2 nur 1 : 1,85; Ca O : Mg O = 6 : 1.

In einem weissen, grobblättrig krystallinischen, dolomitischen Kalkstein (sp. G. 2,669) der Punta della Coglione am Monte Somma fand Roth[4]) d; vom Wasser abgesehen entsprechend 9 Ca O + 9 Mg O + 10 C O^2.

[1]) Zs. geol. Ges. 3. 141. 1851. — [2]) Zs. geol. Ges. 18. 541. 1866. — [3]) Rammelsberg, Handb. Mineralchem. 1875. 243. — [4]) Zs. geol. Ges. 4. 567. 1852.

Im Predazzit von Predazzo fanden Damour[1]) a und Roth[2]) b.

	a	b	c	I
Ca O	35,45	33,59	35,81	35,44
C O²	25,70	26,87	28,64	27,85
Mg O	24,47	23,08	24,61	25,33
Wasser	10,70	10,26	10,94	11,39
Äl	—	} 3,70	—	—
Fe	0,48		—	—
Si O²	0,58	2,69	—	—
	97,88	100,19	100	100
sp. G.	2,57	2,613		

c = b rein berechnet. I $CaOCO^2 + MgOH^2O$ berechnet.

Im Predazzit aus der oberen Partie des Hauptbruches ebenda fand Roth im Mittel aus 2 Analysen (l. c.):

	I	II
Ca O	43,65	43,41
C O²	33,67	34,11
Mg O	14,30	15,50
Wasser	6,98	6,98
Äl	} 0,68	—
Fe		—
Si O²		—
	99,23	100

Die Berechnung von $2\,CaOCO^2 + MgOH^2O$ ergibt II. In Predazzo kommen demnach Normaldolomit und Dolomit $2\,CaOCO^2 + MgOCO^2$ vor, deren Magnesiakarbonat vollständig in Brucit ($MgOH^2O$) zersetzt ist. Nicht immer ist die Zersetzung vollständig, oft bleibt ein Theil des Magnesiakarbonates unverändert.

Lemberg fand in Tyroler Predazziten:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ca O C O²	61,92	61,55	61,85	60,26	69,86	79,53	60,89	70,70	69,65
Mg O C O²	1,68	1,20	1,29	1,91	5,49	3,22	8,42	—	—
Mg O H² O	27,08	31,10	30,11	21,89	21,70	16,18	27,70	29,15	29,36
Rückstand	8,50	5,59	6,44	15,80	1,67	1,15	2,90	0,18	0,33
	99,18	99,44	99,20	99,86	98,72	100,08	99,91	100,03	99,35

1—7. Canzocoli.

1—4. Zs. geol. Ges. 24. 194. 1872. Am Fuss von Canzocoli. — 5. ib. p. 203; 6. ib. p. 209; 7. ib. 223, nahe 6.

1. Dunkelgrau, feinkörnig; tiefste zu Tage tretende Schicht. Mit schwarzen Körnchen von Schwefeleisen (Fe S).

[1]) Bull. géol. (2) 4. 1053. 1847. Mittel von 2 Analysen. — [2]) J. pr. Chem. 52. 350. 1851. Mittel aus 2 Analysen. Aeltere Analysen von Leonardi und Petzholdt in Petzholdt. Beitr. z. Geogn. v. Tyrol. 1843. 194.

2. Aschgrau und ca. 3 m mächtig; darin schwarze, höchstens $^1/_2$ cm mächtige Striemen von 3.
4. Dunkle Lage, etwa 10 m über 1.
5. Weisse, 2 cm breite Zone nahe einem Monzonitgange; höher am Abfall.
6. Feinkörnig. Von grosskrystallinischem Kalkspath begrenzt. Tiefer am Abfall als 5.
7. Weiss; 60 m vom Monzonit entfernt.
8. Monte Margola. l. c. 212.
9. Zs. geol. Ges. 29. 466. 1877. Le Selle, oberhalb des Sees; Monzoni.

Berechnet man das Magnesiahydrat auf Magnesiakarbonat, so enthielt ohne Rückstand in 100:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$CaOCO^2$	60,22	57,10	57,74	63,52	65,42	74,90	55,64	62,61	62,10
$MgOCO^2$	39,78	42,90	42,26	36,48	34,58	25,10	44,36	37,39	37,90

No. 7 entspricht Normaldolomit ($CaOCO^2 + MgOCO^2$); 4, 5, 8, 9 etwa $3\,CaOCO^2 + 2\,MgOCO^2$; 2 und 3 etwa $11\,CaOCO^2 + 10\,MgOCO^2$, 6 etwa $12\,CaOCO^2 + 5\,MgOCO^2$, 1 etwa $11\,CaOCO^2 + 9\,MgOCO^2$.

Bei der Verwitterung wird aus dem Predazzit das Magnesiahydrat fortgeführt, so dass fast nur Kalkkarbonat übrig bleibt. Damour (l. c.) fand in weisslich gelbem, porösem Rest des Predazzites von Predazzo 1, Roth 2, Lemberg in porösem verwittertem Predazzit des Monte Margola (No. 8, Siehe oben) 3.

	1	2		3
CaO	92,81 (CaO + CO²)	53,07	$CaOCO^2$	95,98
CO^2		44,87		
MgO	3,00	1,86	$MgOCO^2$	1,16
Wasser	1,40	—	$MgOH^2O$	0,50
SiO^2	1,50	0,57	Unlöslich	1,02
$\dddot{F}e$	0,85	—		—
	99,56	100,37		98,66

Für 1 berechnet sich die Zusammensetzung zu 92,81 pCt. $CaOCO^2$ + 4,4 pCt. $MgOH^2O$, für 2 zu 94,77 pCt. $CaOCO^2$ und 3,91 pCt. $MgOCO^2$.

In den Spalten des verwitterten Predazzites setzt sich nach Damour's Analyse weisser Hydromagnesit ($4\,MgO + 3\,CO^2 + 4$ aq) ab, der noch etwas Kieselsäure und Eisenoxyd enthält.

Als Lemberg über glühenden Normaldolomit von Predazzo Wasserdampf leitete, enthielt das umgewandelte bei 120° getrocknete Pulver:

CaO	35,14	$CaOCO^2$ =	62,75
MgO	24,53	$MgOCO^2$	9,33
CO^2	32,50	$4\,MgO + 3$ aq	26,90
Wasser	6,81	Rückstand	1,01
Rückstand	1,01		99,99
	99,99		

Nimmt man an, dass kein kaustischer Kalk entstand, so liefern, berechnet nach obigen Kalk- und Magnesia-Mengen, 114,26 Dolomit (= 62,75 Ca O C O^2 + 51,51 Mg O C O^2) neben 62,75 Ca O C O^2, 9,33 Mg O C O^2 noch 20,09 Mg O; diese Magnesia verliert 22,10 C O^2 und nimmt dafür 6,78 Wasser auf = 98,95, und der Rückstand besteht aus 20,44 pCt. Normaldolomit; 51,64 pCt. Kalkkarbonat; 26,90 pCt. Magnesiahydrat (4 Mg O + 3 aq). [1]

Kapitel IX.

Die Contaktmineralien und Veränderung der Mineralien durch erhöhte Temperatur.

Wo feurigflüssige Gesteinsmassen auf Mineralien einwirken, enstehen Umänderungen und Contaktmineralien. So einfach an manchen Punkten die Vorgänge sind, so verwickelt erscheinen sie an anderen. Die Kenntniss derselben ist noch weit von Vollständigkeit entfernt. Die Meinungen darüber gehen weit auseinander. Häufig ist es schwierig zu entscheiden, ob und wie weit flüchtige Körper (wie Wasserdampf) mitgewirkt haben und wie weit dann spätere, auf nassem Wege bewirkte Umänderungen eingetreten sind.

Von den Einwirkungen der feurigflüssigen Gesteine auf das von ihnen Durchbrochene soll nur soweit die Rede sein, als sie aus Einem Mineral bestehenden Gesteine betreffen, zunächst von den Wirkungen auf Karbonate des Kalks, der Magnesia und des Eisenoxyduls.[2]) Bei reinen dichten Kalken bestehen sie, wenn die Kohlensäure nicht entweichen konnte, in Umkrystallisirung zu grobkörnigem Kalkspath, oder durch das Entweichen der Kohlensäure entsteht kaustischer Kalk, welcher Wasser aufnimmt. Aus Spatheisen geht Rotheisen oder Magneteisen hervor. Enthalten die Kalke Kieselsäure oder Silikate beigemengt, so sieht man in der Nähe der Eruptivmassen Contaktzonen, aber keineswegs in jedem Falle. Diese sollen hier soweit betrachtet werden, als sie makroskopische Krystalle von Mineralien enthalten. Was für den Contakt gilt, hat ebenfalls Geltung für die Einschlüsse, für die Bruchstücke, welche von dem feurigflüssigen Gestein umhüllt wurden.

[1]) Zs. geol. Ges. 24. 231. 1872. Bei Behandlung des Rückstandes mit Salmiaklösung bei 70° gingen 15,88 Mg O und 0,30 Kalk in Lösung, es war also nur die Magnesia als Hydrat vorhanden. Bitterspath von Kimito gab ähnliche Resultate. Rückstand bezeichnet das in verdünnter Salpetersäure Unlösliche. — [2]) Die übrigen durch hohe Temperatur bewirkten Umänderungen wie prismatische Absonderung, die Bildung der Kalkhornfelse des Harzes und des südlichen Norwegens u. s. w. sind an anderer Stelle zu erörtern.

Reine Kalke, wie die von Basalt durchbrochene Kreide vom Divisberg bei Belfast, werden einfach krystallinisch, zu grobkörnigem Kalkspath, wenn sie ihre Kohlensäure nicht einbüssen können. Das umgeänderte, vorher compakte Gestein ist locker und mit dem Finger leicht zerdrückbar geworden, weil eine bedeutende Volumverminderung eintrat, das sp. G. beträgt jetzt $2{,}_{72}$. Roth[1]) fand darin

CO^2	CaO	MgO	SiO^2	P^2O^5	$\ddot{A}l$ und $\ddot{F}e$	hygrosp. Wasser		
$41{,}_{90}$	$55{,}_{06}$	$0{,}_{01}$	$0{,}_{37}$	$0{,}_{89}$	$0{,}_{94}$	$0{,}_{52}$	=	$99{,}_{69}$.

Dieselbe Umänderung bietet die von Basalt durchbrochene Kreide der Insel Rathlin an der Küste von Antrim. Das zwischen zwei, 35 und 20 Fuss mächtigen Basaltgängen liegende, 35 Fuss breite Kreidezwischenmittel, das ausserdem von einem fussstarken Basaltgang im Zickzack durchschnitten wird, ist durchaus in krystallinischkörnigen Marmor umgewandelt, ebenso die ausserhalb der Basaltgänge befindliche Kreide auf mehrere Fuss Entfernung, wobei ein ganz allmählicher Uebergang in die gewöhnliche Kreide stattfindet. Die Versteinerungen sind in der umkrystallisirten Kreide, welche dicht am Basalt dunkelbraun erscheint, spurlos verschwunden.[2])

Nach Delesse hat Basalt bei Ballygelly (N. von Belfast) auf Kreide dieselben Wirkungen ausgeübt, welche sich auch an anderen Punkten der Grafschaft Antrim finden.[3])

Nach Henslow (Citat bei Delesse c. l.) ist der rothe, von Dolerit durchbrochene, magnesian Limestone bei Moel-y-don Ferry in der Nähe des Dolerites theils bräunlich, theils weiss und locker krystallinisch geworden. Dichter dolomitischer Kalk wird also ebenfalls grobkrystallinisch.

Aus dem allmählichen Uebergang in den gewöhnlichen Habitus des Gesteins geht hervor, dass das Eruptivgestein als Ursache der Umänderung betrachtet werden muss. Die Umänderung kann, wie Naumann l. c. bemerkt, ohne eine völlige Schmelzung vor sich gegangen sein; dafür spricht der bekannte, von Elie de Beaumont erwähnte, zu Creuzot angestellte Versuch: Stabeisen, mit dem einen Ende in geschmolzenes Roheisen getaucht, hatte, soweit es eingetaucht war, eine grobblättrige krystallinische Struktur angenommen, während der übrige Theil des Stabeisens unverändert blieb. Roststäbe in einem Blechglühofen fand Zinken krystallinisch-grobblättrig geworden.

Wo der Basalt des Val di Noto Kalkbruchstücke einschliesst, sieht man um das röthliche dichte Innere nach Delesse einen Saum von weissem krystallinischem Kalk.[4]) Darwin fand auf St. Jago, Capverdische Inseln, einen ganz jungen, aus Muschelschalen bestehenden Kalkstein da, wo er von einem Lavastrom bedeckt wird, stellenweise mehrere Zoll weit in einen höchst krystallinischen Marmor oder auch in ein festes und hartes Gestein verwandelt.[5])

[1]) Zs. geol. Ges. 7. 14. 1855. — [2]) Naumann. Lehrb. d. Geognosie. I. 751. — [3]) Ann. min. (5) 12. 189. 1857. Rückstand in Säure $1{,}_{8}$ pCt. — [4]) l. c. 186. vergl. Sartorius. Göttinger Studien. 1845. Separatabdr. 21. — [5]) Naumann. Lehrb. d. Geognosie. I. 751.

Auch alte Eruptivgesteine wie Granit, Syenit u. s. w. bewirken im Contakt Umkrystallisirung der dichten Kalke. Rogers sah bei Sparta, New-Jersey, an dem bläulichgrauen erdigen Silurkalk im Contakt mit Granit bis auf 50 Fuss weit alle möglichen Uebergänge in weissen Kalkspath. Das Gestein wird erst semikrystallinisch, dann licht und es scheiden sich kleine Graphitschuppen aus. bald erscheinen einzelne Partien von weissem körnigen Kalkstein mit grösseren Graphitschuppen, endlich stellt das Gestein ein Aggregat von weissen Kalkspathkörnern dar.[1]) Delesse erwähnt nach la Marmora einen gelblichweissen, dichten Kreidekalk der Insel Tavolara, an der Ostküste Sardiniens, der in der Nähe des Granites seine Schichtung verliert und mehr und mehr krystallinisch wird. Am Contakt mit dem Granit ist er graulichweiss, blättrig, perlmutterglänzend, enthält kleine Hohlräume, und besteht aus $97{,}_{08}$ Kalkkarbonat; $1{,}_{36}$ pCt. Magnesia-, $0{,}_{58}$ pCt. Eisenoxydul-Karbonat und $0{,}_{98}$ pCt. Wasser.[2]) An der Grenze gegen Syenit und Granit sind nach Kjerulf bei Christiania, z. B. am Fuss des Vettakollen die reineren, dichten, silurischen Kalksteine krystallinisch, oft zu einem körnigen Marmor geworden.[3])

Nach v. Richthofen umschliesst Augitporphyr am nördlichen der beiden Jochübergänge, welche die Thäler Gröden und Enneberg (S. Maria und Colfosco) verbinden, Bruchstücke des durchbrochenen Kalkes. Die grösseren haben eine unregelmässige Form, sind im Inneren dichter Kalk, nach aussen aber vollkommen krystallinischer, grossblättriger Kalkspath, der allmählich in den dichten Kalk der Mitte übergeht. Je kleiner die Fragmente, desto mehr runden sich die Ecken ab, und so entstehen die gewöhnlichen rundlichen Kugeln, deren kohlensaurer Kalk einem Individuum angehört.[4])

Eine, durch hohe Temperatur bedingte Paramorphose des Aragonites in Kalkspath beobachtete, wie schon S. 108 erwähnt. Mitscherlich. Ein Aragonitkrystall, der mit dem ihn einschliessenden Gestein der hohen Temperatur der Vesuvlaven ausgesetzt war. zeigte sich aussen in Kalkspath umgeändert während das Innere Aragonit geblieben war.[5]) Bekanntlich zerfallen künstlich erhitzte Aragonite in Kalkspathrhomboeder.

Wird die Kohlensäure durch hohe Temperatur entfernt, so nimmt der Rückstand der Kalke und dolomitischen Kalke Wasser auf. Lehmann beobachtete in den geschichteten Tuffen des Hohn bei Gerolstein, Eifel, zerreiblich gewordene Stücke von dolomitischem Kalk, die durch hohe Temperatur ihrer Kohlensäure vollständig beraubt waren. Sie enthielten $14{,}_{8}$ pCt. Wasser. $1{,}_{7}$ pCt. Kalk, $4{,}_{1}$ pCt. Magnesia, reichlich Thonerde, Eisen und in Salzsäure Unlösliches. Die Kalkeinschlüsse der Laven von Ettringen, Mayen und Niedermendig sind weiss, erdig, aber nicht zerreiblich und zeigen eine fingerbreite. äussere, meist völlig dichte und dunkle Schmelzzone. Sie enthalten Kalkhydrat (durch kaltes Wasser wurden ausgelaugt davon bis $9{,}_{4}$ pCt.), wenig Magnesia (etwa 1 pCt.), Kalk (etwa 37 pCt.), Wasser ($18{,}_{8}$—$23{,}_{3}$ pCt.), Kohlensäure ($2{,}_{8}$—$6{,}_{2}$ pCt.). Ob die Schwefelsäure ($3{,}_{2}$ pCt.) an Kalk oder Thonerde ge-

[1]) Naumann. Lehrb. d. Geognosie. I. 752. — [2]) l. c. 726. — [3]) Christianiasilurbecken. 1855. 47. — [4]) Wiener Akad. Ber. 27. 61. 1857. — [5]) Pogg. Ann. 21. 157. 1831.

bunden ist, bleibt zweifelhaft. Der Gehalt an Thonerde, Eisen und in verdünnter Salzsäure Unlöslichem betrug 30,6—30,9 pCt. Wahrscheinlich ist mehr Kalkhydrat vorhanden als durch den Versuch gefunden wurde. Der durch die hohe Temperatur kaustisch gewordene Kalk hatte aus dem Einsickernden Wasser aufgenommen. Die Poren der Schmelzzone der Kalkeinschlüsse der Ettringer Lava sind mit zierlichen Nädelchen von Ettringit überzogen, die, im frischen Zustand farblos und wasserhell, an der Luft seidenglänzend werden. Ettringit (sp. G. 1,7504) ist in Wasser löslich und enthält $\ddot{A}l\ 3\ S\ O^3 + 6\ Ca\ O\ H^2O + 26$ aq.[1])

Auf der Oberfläche und in Klüften eines Einschlusses von dichtem Kalk in der Lava von Niedermendig fand vom Rath feine, wasserhelle, dem Mesotyp ähnliche Nadeln von Chalkomorphit, der 25,4 pCt. $Si\,O^2$, 4 pCt. $\ddot{A}l$, 44,7 pCt. Ca O, 16,4 pCt. Wasser neben etwas Natron enthielt. Da dem Mineral etwas Kalkkarbonat beigemengt war, wird der Wassergehalt etwas geringer sein. Mit Salzsäure gelatinirt der Chalkomorphit.[2])

Selten tritt nach Lehmann bei den Kalkeinschlüssen der Ettringer Laven die Umwandlung in körnigen Kalk durch Schmelzung unter Erhaltung der Kohlensäure ein.[3]) Die Sommalaven enthalten Einschlüsse von dolomitischen Kalken des Apennins, die vollständig geschmolzen ihre Kohlensäure nicht eingebüsst haben.[4])

Für die Bildung der Contaktmineralien aus Kalken ist es gleichgültig, ob der Kalk den krystallinischen Schiefern oder den sedimentären Kalken angehört, wie die folgenden Beispiele zeigen. Vorzugsweise sind die neu entstandenen Silikate kalkreich.

An der westlichen der beiden Halbinseln im Golf von Procchio, Nordküste von Elba, sieht man nach vom Rath eine Contaktbildung, welche Granitgänge auf Cipollin, körnigen Kalkstein mit linsenförmigen, in einander verwebten Chloritschuppen, hervorgerufen haben. In den zunächst den Granitgängen angrenzenden Strecken bemerkt man mehr oder weniger dicht gedrängte Körner von braunem Granat, welche nie deutlich krystallisirt und auch im Innern mit Kalkspath gemengt sind. Die Granatkörner finden sich deutlich nur in der Entfernung weniger Fusse von den Granitgängen.[5])

An der Punta di Cavoli, SW-Küste von Elba, dringt Granit in langen wellenförmig gebogenen Keilen in den Marmor ein. An den scharfen, in einander gefugten Grenzen treten lichtbräunliche Concretionen von Granat und Körner von Wollastonit als Contaktbildung auf. An einigen Stellen liegt zwischen Granit und Marmor eine schmale, bräunlichgrüne Masse von derbem Granat (oder vielleicht Vesuvian?)[6]) Nach Roster finden sich im Marmor des Posto di Cavoli auch Vesuviankrystalle.[7])

[1]) Verhand. naturhist. Ver. d. Rhl. und Westfalens. 31. 24. 1874. — [2]) Pogg. Ann. Ergänzungsband. VI. 378. — [3]) l. c. p. 27. — [4]) Die sogenannten Auswürflinge des Somma-Vesuvs sind wie die des Laacher Sees im Zusammenhang bei der Lehre von den Vulkanen abzuhandeln. — [5]) Zs. geol. Ges. 22. 616. 1870. — [6]) ib. 618. — [7]) Bull. geol. d'Italia. 1876. 420.

Unmittelbar vor Catanzaro, Calabrien, sah vom Rath Gangnetze von Granit in die krystallinischen, mit grauem Kalkstein wechsellagernden Schiefer eindringen. Der Kalkstein ist in der Granitnähe Marmor und umschliesst bis 3 cm grosse, röthlichgelbe Granaten. Auch Vesuvian gehört wohl zu den dortigen Contaktbildungen.[1]) Auch östlich von Tiriolo (NW von Catanzaro) erscheint Granit im Contakt mit granatreichem Marmor.[2])

Kalksteineinschlüsse des Porphyrs von Scharfenstein sah B. Cotta aussen oft von erdigem Idokras mit einzelnen Krystallen dieses Minerals umgeben, das hie und da auch aderförmig in das Gestein eindringt. Er bezweifelt nicht, dass Contaktbildung vorliegt.[3])

Bei Panticosa, Aragon, sah Zirkel in Granit eingeschlossene, wahrscheinlich obersilurische Kalkbruchstücke, welche innen dunkelblaugrau und kryptokrystallinisch waren, aussen von einem 3/4 Zoll starken Saum ganz weissen und ausgezeichnet grobkörnigen Marmors umgeben.[4]) Wahrscheinlich dieselbe Umwandlung findet sich bei Gèdre im Thale des Gave de Pau.[5])

Einschlüsse von Silurkalken in den Diabasen der Umgebung von Christiania sind oft von einem Epidotsaum umgeben, wie Roth beobachtete.

Am Contakt von Granit und Silurkalken treten in Norwegen neben der Umbildung zu körnigem Marmor zahlreiche Contaktmineralien auf. Bei Gjellebäk und am Paradisbakken zwischen Christiania und Drammen findet sich Granat, Wollastonit, Epidot, Tremolit;[6]) bei Hörte Kollen (N von Gjellebäk) Helvin und Granat; bei Vestfossen Vesuvian und Granat;[7]) am Wege von Drammen nach den Gruben bei Konerud Granat in faustgrossen Klumpen[8]) und Vesuvian.[9]) Am Contakt von Silurkalk und Syenit bei Skriemfjeld, S. von Kongsberg, hat sich Grammatit[10]) gebildet, am Contakt von Porphyr und Silurkalk bei Isi. W. von Bärum, Epidot und Granat;[11]) bei Hamrefjeld am Ekernsö Vesuvian, Granat, Skapolith und Kalkspath im Contakt mit Granit.[12])

Lossen fand im Ostharz am Bocksberg bei Friedrichsbrunn Lagerkalk der Grauwacke im Contakt mit Granit in ausgezeichnete Vesuvian- und Epidot-Gesteine umgewandelt.[13])

An den Lerchenköpfen im oberen Kellwasserthal, Harz, neben einem Granitgang fand von Groddeck einen Kalkhornfels (d. h. umgeänderten Kalk)

[1]) Zs. geol. Ges. 25. 179. 1874. — [2]) ib. 182. — [3]) Jahrb. Miner. 1852. 603. Kalkowsky (ib. 1876. 137), welcher das Gestein Syenit nennt, fand keine Einwirkungen auf die Kalksteineinschlüsse. — [4]) Zs. geol. Ges. 19. 109. 1867. — [5]) ib. 187. — [6]) L. von Buch, Keilhau, Mitscherlich, v. Helmersen, Scheerer u. s. w. s. Jahrb. Min. 1869. 427 u. ff. — [7]) Scheerer. Zs. geol. Ges. 4. 39 und 42. 1852. In Vestfossen ist der Granat jünger als Vesuvian. — [8]) vom Rath. Jahrb. Miner. 1869. 425. Das Gestein ist Kalkthonschiefer mit Kalknieren. — [9]) Brögger. Zs. geol. Ges. 28. 70. 1876. Das Vesuvian führende Gestein ist gelblich oder schmutzig-weiss, zerfallend, fast feinkörnig und mit Hohlräumen angefüllt, die von ausgewitterten organischen Resten (fast ausschliesslich Korallen) herrühren. An den Wänden der Hohlräume ist Vesuvian auskrystallisirt. Selten findet sich Granat, die ehemaligen Höhlungen sind hier mit Kalkspath ausgefüllt. — [10]) Naumann. Beiträge zur Kenntniss Norwegens. I. 12. 1824 und Lehrbuch der Geognosie. I. 752. — [11]) Kjerulf. Veiviser ved geol. excurs. i Christiania omegn. 1865. 42. — [12]) Brögger. l. c. Das Gestein ist vielleicht nur als eine ungeheure Scholle aufzufassen. — [13]) Zs. geol. Ges. 21. 300. 1869.

mit Krystallen von Vesuvian und Granat und mit Prehnit.[1] Granathaltiges Magneteisen mit deutlichen Stielgliedern von Krinoiden vom Spitzenberg zwischen Altenau und Harzburg bezeichnet Lossen als den Repräsentanten der mitteldevonischen Kalk-Eisenformation von Lerbach innerhalb des Berings der Granit-Contaktmetamorphose. Schwarzer dichter Kalk von Hasserode war im Granit-Contakt in weissen, zuckerkörnigen, mit späthigen Anthrakonitadern durchtrümerten und mit Silikaten (Grossular in Rhombendodekaedern u. s. w.) imprägnirten Kalk umgewandelt.[2]

Am Contakt von Trapp und Kohlenkalk hat sich nach Sedgwick[3] am nördlichen Ufer des Tees bei Falconclint, Northumberland, Granat gebildet, ebenso nach Haughton am Contakt von Eukrit und Kohlenkalk bei Grange Irish, Carlingford District, Nordostirland; der erdige bläulichbraune Kalk ist dort in krystallinischen, hellbläulichweissen Marmor umgewandelt,[4] ebenso im Teesthale.

Von den am Monzoni die Triaskalke durchbrechenden und Triaskalke einschliessenden Eruptivgesteinen zeigen Augitsyenit, Diabas (Proterobas, Rosenbusch), Melaphyr (Diabasporphyrit, Rosenbusch) Contaktzonen und Contaktmineralien, wenn auch nicht überall. In den Contaktzonen ist der in weiterer Entfernung dichte Kalk in Marmor umgeändert, in welchem bisweilen noch deutlich Schichtung erkennbar ist, und vielfach mit krystallisirten Silikaten erfüllt. Zu den Contaktmineralien gehören ausser Kalkspath[5]: Augit, Fassait, Gehlenit, Granat, Vesuvian, Anorthit, Magnesiaglimmer, Adular, Monticellit, Titanit, Apatit, Magneteisen, Eisenglanz, Pleonast, Eisenkies und aus ihnen entstandene sekundäre Mineralien wie Serpentin und Zeolithe.[6] Oft zeigen die Contaktaggregate eine Neigung zu zonenartiger Anordnung der Mineralien, gleichsam zu Drusen; in der Mitte ist der graublaue Kalk oft in grossblättrigen Massen ausgebildet. Die Berührungsebene des Augitsyenites und der Contaktgebilde findet sich bisweilen mit grossen Eisenglanzblättern bedeckt,[7] ebenso der Contakt von Marmor und Diabas.[8]

Die Ausbildung der Contaktzonen ist in den einzelnen Fällen etwas verschieden. Zahlreiche Untersuchungen und Analysen sind von Lemberg (l. c.) gegeben. An den Palle rabbiose legt sich an einen kleinen Augitsyenitgangausläufer eine weisse scharfbegrenzte Zone aus (57 pCt.) Wollastonit und (43 pCt) Granat, darüber folgt nach beiden Seiten scharf begrenzt ein hellgrünes Silikatband mit Augit, darüber Kalk.[9] Bei le Selle legt sich an den Monzonit ein ähnliches Silikatband mit Augit, dann liegt Serpentin, wahrscheinlich aus Monticellit entstanden, endlich folgt Predazzit (s. S. 429).[10] Am

[1] Zs. geol. Ges. 30. 541. 1878. — [2] ib. 29. 206. 1877. — [3] C. von Leonhard. Basaltgebilde. II. 243. 1832. — [4] Quart. J. geol. Soc. 12. 197. 1856. — [5] Ueber Monzoni vergl. Dölter in Tschermak. Miner. Mitth. 1875. 181. und Jahrb. geol. Reichsanst. 25. 238 und ff. 1875; vom Rath. Zs. geol. Ges. 27. 372 und ff. 1875 und Pogg. Ann. 155. 24 und ff. 1875. Lemberg. Zs. geol. Ges. 29. 460 und ff. 1877. — [6] Ueber die am Monzoni beobachteten Umänderungen und Pseudomorphosen der Mineralien s. bei diesen, namentlich Monticellit, Ceylanit, Fassait, Gehlenit, Brandisit. — [7] vom Rath. Zs. geol. Ges. 27. 375. 1875. — [8] ib. 396. — [9] Zs. geol. Ges. 29. 465. 1877. — [10] ib. 466.

Allochet legt sich an den Augitsyenit ein scharfbegrenzter, grauer, aus Granat und grünem Augit bestehender Saum, auf diesen eine schlecht begrenzte, graugrüne Silikatlage, dann gelbgrüner Serpentin und endlich stark ausgelaugter Predazzit.[1]) Im Ganzen ist die Reihenfolge der Contaktzonen vom Augitsyenit an: Granat, Augit, Serpentin, Kalk oder Predazzit. Der Serpentin enthält überall Thonerde, wenn auch sehr verschiedene Mengen; bis $11{,}_{14}$ pCt. sind beobachtet.

Am Westabhange der Margola im Travignolothale, nahe Predazzo, kannte man schon lange eine Contaktzone zwischen Augitsyenit und den Triaskalken. Es tritt dort Predazzit auf, der von Melaphyr durchsetzt wird. Vesuvian, zum Theil später weiter verändert, Gehlenit, Serpentin u. s. w. kommen in der Contaktzone vor.[2]) Die am Gipfel der Margola vorkommenden, bisweilen als Bandjaspis bezeichneten, veränderten Sedimentgesteine, sind nach Lemberg Silikate von etwas ungewöhnlicher, wechselnder Zusammensetzung mit 58—62 pCt. Kieselsäure, 10—21 pCt. Thonerde, 2—12 pCt. Kalk, $0{,}_4$—6 pCt. Kali u. s. w., wie die mitgetheilten Analysen zeigen. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine Aufschlüsse.[3])

Am Nordabhange der Margola nach dem Travignolothale fand Dölter am Contakt von Augitsyenit und Kalk die Contaktmineralien: Fassait, Granat, Brandisit, Spinell, Kalkspath und Serpentin.[4])

Am Contakt von Melaphyr und Kalkstein an der Costa di Viezena fand Dölter die Contaktmineralien: Granat sehr häufig, ausserdem Spinell, Uralit, Epidot, Quarz, Eisenkies und blaugrauen krystallinischen Kalkspath. An einem anderen Punkte dort findet sich strahlige Hornblende, Eisenglanz und Kalkspath.[5])

Am Wege aus dem Val Sacina gegen den Monte Cornon fand Dölter am Contakt von Melaphyrgängen und Kalkstein grossblättrigen Kalkspath und darin grössere Partien von derbem Magneteisen.[6]) Im Val di Rif, einem Seitengraben des Val Sacina, hat Melaphyr die kalkigen Schichten auf einen Umkreis von zwei Metern bedeutend verändert.[7]) Auf dem Wege vom Sacinathal zur Sforzella sah Lemberg die Kalke durch Melaphyrgänge umgeändert; Silikatzonen, wahrscheinlich mit Epidot, Granatzonen, Serpentinsäume u. s. w. stellen sich ein.[8])

An der Grenze von Melaphyr und Kalk findet sich oft Magneteisen und Eisenglanz, stellenweise zwischen dem Kalkkarbonat und dem Granatsaum Magneteisen.[9]) An der Kalkwand von Forno fand Lemberg in einem Melaphyrgang eine faustgrosse Einlagerung von Kalk mit einer dunkelgrünen, bis 1 cc starken Contaktzone umgeben, welche aus 37 pCt. Kalkkarbonat und einem wasserhaltigen thonerdereichen Silikat besteht.[10]) Lemberg betont, dass zwischen der Breite der Gänge und der Contaktzone keine Beziehungen bestehen.

Am Sforzellaberge und dem an seinem Fusse belegenen Canzocoli im Avisiothale nahe Predazzo ist der Kalkstein und Dolomit der Trias auf weite

[1]) ib. 467. — [2]) v. Cotta. Jahrb. Miner. 1863. 23, mit einer Skizze des Monte Margola. Lemberg. Zs. geol. Ges. 24. 209. 1872. Zahlreiche Analysen. — [3]) Zs. geol. Ges. 29. 510. 1877. — [4]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 74. — [5]) Tschermak. Miner. Mitth. 1877. 77. — [6]) ib. 78. — [7]) Dölter in Ber. Wien. Akad. (1) 74. 1876. — [8]) Zs. geol. Ges. 29. 485. 1877. — [9]) ib. 488. — [10]) ib. 490. „Vielleicht eine veränderte Granatzone.“

Strecken am Contakt gegen den Augitsyenit in Brucit führenden Marmor (Predazzit, S. 424) umgewandelt. Der Augitsyenit dringt auch gangförmig in den Kalkstein ein. An den Gängen und an dem Contakt der Hauptmasse des Augitsyenites sind Contaktzonen vorhanden, in denen namentlich Vesuvian, Granat, Gehlenit, daneben Fassait, grüner Glimmer, Spinell, Magneteisen auftreten, welche zum Theil wieder später auf hydrochemischem Wege verändert sind.[1]) Vesuvian und Granat umschliessen oft Kalkspath, der nicht selten beide in grossen Krystallen umhüllt. Ausserdem tritt oberhalb Canzocoli, bis etwa 400 Meter über die Thalsohle von Predazzo reichend, ein etwa 3 Meter mächtiger Melaphyrgang in den Predazzit führenden Schichten auf, der sich in seinem oberen Ende in 4 kleine Gänge zerschlägt. Nicht überall zeigen diese Melaphyrgänge Contakterscheinungen.

Die Kalke von Canzocoli sind nach Lemberg reichlich mit Silikaten gemengt (bis 48,5 pCt.), unter denen Olivin, vielleicht zu Villarsit oder Serpentin verwittert, Spinell, daneben Magneteisen vorhanden ist. Die Silikatzonen, welche die Kalke durchziehen, enthalten neben Kalk theils Serpentin, theils wasserfreie, an Kalk und Magnesia reiche Silikate, theils sind sie reich an Alkali. Zwischen Augitsyenit und feinkörnigem Vesuvian liegt in der Contaktzone oft eine Zone, welche aus einem Gemenge von dichtem Vesuvian und schwarzer Hornblende (Augit?) besteht, oder eine Augitzone, und an den Predazzit schliesst sich ein serpentinähnliches Umwandlungsprodukt.[2])

In der Nähe von Melaphyrgängen ragen aus dem Gerölle oberhalb Canzocoli horizontale Schichten hervor, die aus einem sehr dichten, stellenweise Schwefelkies enthaltenden, bandjaspisartig schwarzgrauem Silikatgestein bestehen. Vielleicht sind es umgewandelte Triasschichten. Ihre Zusammensetzung wechselt; sie liefern nach Lemberg[3]) 62—71 pCt. Kieselsäure, 14—16 pCt. Thonerde, 4—6 pCt. Eisenoxyd, 5—6 pCt. Kali. neben Kalk, Magnesia, Natron, Wasser.

An der Westseite der Gebirgsmasse des Monte Castello (Ré di Castello, dem Südende des Adamellostockes) sah Escher von der Linth in einem Seitenthale des Val Camonica über der Terrasse von Desome die sonst schwarzen Kalksteine an der Grenze der Granit-Syenitgänge weiss und mit Idokras oder Epidot gemengt.[4]) Nach R. Lepsius sind an der Ostseite des Tonalitstockes des Adamello die Triaskalke umgewandelt und mit Silikatmassen, ähnlich wie im Fassathal, erfüllt. Die Contaktzone beginnt im Norden mit dem Monte Stabolfes, ist dann im Daonethal unterbrochen (wo Buntsandstein an den Tonalit grenzt) und reicht weiter südlich bis zum Monte Boja und Monte Madrene.[5])

[1]) Litteraturangaben und Kartenskizze bei vom Rath. Zs. geol. Ges. 27. 398. 1875. — [2]) Zs. geol. Ges. 24. 195 und ff. 1872. Daselbst zahlreiche Analysen und Skizzen der Lagerung. Fortsetzung in Zs. geol. Ges. 29. 457. 1877. — [3]) Zs. geol. Ges. 24. 224. 1872. — [4]) Studer. Geologie der Schweiz. I. 293. 1851. — [5]) Das westliche Südtyrol, geologisch dargestellt. 1878. 67 und ff. Ueber die bis auf 1100 m angenommene Breite der Contaktzone hinaus sind nach Lepsius noch einzelne Kalksteinbänke zu Marmor umgewandelt und in die unveränderten grauen Kalke eingeschaltet. Ob die beiden letzteren nicht ursprüngliche Bildungen sind?

Hoch oben auf dem Tonalit, nahe dem Passe in's Val Camonica, am Lago di Campo, liegt eine isolirte Scholle umgewandelten Muschelkalkes.[1])

Je näher dem Tonalit, desto lockerer und grobkörniger wird der umgewandelte, weisse Marmor; es stellen sich Silikatmassen ein, rothbrauner Granatfels, hellgrünes Epidotgestein, man findet Fassait, schwarze Hornblende, Orthoklas, Vesuvian, Wollastonit und Eisenkies.[2]) „Zuweilen erscheinen die Silikatmassen (deren Menge sich gegen die Tonalitgrenze nicht vermehrt) in Gängen, gleichsam als Kluftausfüllung, meist aber in Stöcken und Lagern mitten zwischen dem grobkörnigen weissen Marmor".[2]) Die Grenze von Marmor und Tonalit ist ziemlich scharf, Gänge des Tonalites sind im Marmor nicht beobachtet.

Muschelkalkeinschlüsse im Plagioklasbasalt von Weissholz bei Lütgeneder, Warburger Börde, fand Möhl in krystallinischkörnigen Kalk mit Chondrodit und Wollastonit, die Jurakalkknollen in Basalten der Rauhen Alp ganz in Wollastonit umgewandelt.[3]) Nach Delesse sind bei Aubenas im Basalt eingeschlossene Muschelkalkstücke krystallinisch geworden, während andere unverändert blieben.[4]) Im Basalt des Weinbergs bei Cassel eingeschlossenen Muschelkalk fand Möhl zum grössten Theil fein krystallinisch geworden, mit feinen Eisenoxydadern durchzogen, Tafeln von Wollastonit, Chondrodit und Quarzkörnchen enthaltend.[5])

In den Pyrenäen bewirken Granite und Ophite nach Zirkel an den Jurakalken (höchst selten an den Kreidekalken) Contakt-Umwandlungen: krystallinisch körnige Struktur und Entstehung verschiedener Silikate. Sie sind deutlich an dem Jurakalkzuge nachzuweisen, welcher westlich zwischen Seix und dem Château de la Garde im Salat-Thal beginnt, zwischen Erce und Aulus durch das Garbet-Thal zieht und östlich über Vicdessos und Siguier hinausläuft. Im Norden wird derselbe von Granit, im Süden von Silur und Devon begrenzt. Der grauliche oder schwärzliche Kalkstein ist an der nördlichen Seite an zahlreichen Punkten in den schönsten, krystallinischen, weissen Marmor umgewandelt. Tremolit findet sich in den wenig krystallinischen Kalksteinen um den Teich von Lherz und in den dunkelgefärbten am Col de la Trappe; Epidot am Westabhang des Pic de Montbéas, am Col de la Trappe und an den Flanken des benachbarten Picou de Geu. In der Nähe des Granitmassivs oder der durchsetzenden Granitgänge findet sich an vielen Punkten Couseranit; so am Port de Saleix, oberhalb Seix; zwischen Seix und Senteuac;[6]) auch bei Lacus im Ger-Thal; nach Durocher[7]) ebenfalls in den an Granit angrenzenden Kreidekalken des Aglythales (Pyrénées-Orientales).

Am Contakt mit Ophit sind die Jurakalke in Marmor umgewandelt: so zwischen Portet und St. Lary, zum Theil auch mit Couseranit imprägnirt; dasselbe lässt sich bei Cazaunous und Arguenos wahrnehmen. Um St. Béat scheinen Granit und Ophit im Verein die Umkrystallisation des Jurakalks be-

[1]) ib. 214. — [2]) ib. 209. In Porphyr eingeschlossene Trümmer des grauen unteren Muschelkalks sind nicht verändert. ib. 211. — [3]) Jahrb. Miner. 1874. 804. — [4]) Ann. min. (5) 12. 175. 1857. — [5]) Jahrb. Miner. 1876. 726. — [6]) Zs. geol. Ges. 19. 200 und ff. 1867. — [7]) Bull. géol. (2) 3. 631. 1846.

wirkt zu haben; in dem grauen Marmor finden sich auch hier und da Couseranite.

In dem dunkelaschgrauen Schiefer und in dem zum Theil deutlich krystallinischen, mit ihm abwechselnden Kalk zwischen Castillon und St. Girons, namentlich um Angoumer, finden sich Dipyrkrystalle.[1]) In der Nähe von Angoumer, bei Loutrin, liegen in graublauen zuckerkörnigen Kalken daneben zahlreiche Krystalle von Pyrit und braune Titanite.[2])

Bei Pouzac, N. von Bagnères de Bigorre, zeigt nach Zirkel der Kalk in der Nähe des Ophites höchst ausgezeichnete Contakterscheinungen. Er ist bald weiss und schön krystallinisch, bald gelblichbraun, thonig und eisenschüssig. An der Ophitgrenze ist der Kalkstein mit Dipyr und Couseranit imprägnirt und zeigt in dem weissen grobkörnigkrystallinischen Kalk fast wasserhelle Krystalle, ausserdem Büschel von grüner Hornblende, Eisenkiespünktchen, weisse Glimmerblättchen und sparsame farblose Quarze. In Verbindung mit den Ophiten findet sich bei Pouzac und Gerde in den Klüften der gelbbraunen zelligen Kalksteine Eisenglanz.[3]) Nach Delesse enthält der zellige Kalk von Pouzac in seiner Masse und in seinen Klüften Eisenglanz. Die gelbe Farbe rührt von verwittertem Eisenspath her.[4])

Nach Grenough findet sich am Contakt der Trappgänge mit Liaskalken auf Skye bei Broadford Idokras.[5]) Die dichten grauen Liaskalke in Skye sind im Contakt mit Syenit und Gabbro in weissen, krystallinischkörnigen Marmor umgewandelt, in welchem noch die Gryphäen erkennbar sind.[6])

In einem Seitenthale des Hodritscher Hauptthales bei Schemnitz, im Kohutawathal, kommt bei Uschkatowka nach Fötterle[7]) und vom Rath[8]) im Syenit (Quarzdiorit) eingeschlossen eine körnige Kalkmasse vor, welche Ophicalcit und derbes Fassaitgestein, ganz ähnlich wie am Monzoni, zeigt. Es finden sich Krystalle von Fassait, Spinell, Epidot, Glimmer, Granat, Quarz. Die Drusenräume des Fassaitgesteins sind zum Theil mit Kalkspath erfüllt.

Syenit (ob nicht Diorit?) und Jura-Neocomkalke zeigen im Banat (Cziklova, Oravicza, Szaska) als Contaktbildungen Granat, Vesuvian, Diopsid, Wollastonit;[9]) ausserdem in Oravicza Gehlenit,[10]) in Dognacska grossstrahligen Augit und Magneteisen.[11]) In Rezbanya finden sich nach Peters an denselben Gesteinen als Contaktmineralien: Granat (meist Grossular), Vesuvian (spärlich, meist in körnigstengeligen Aggregaten), Epidot, Tremolit, Wollastonit, Malakolith.[12])

Auf der Grube Alte Birke bei Siegen durchbricht ein 3 bis 5 Fuss mächtiger Basaltgang einen Eisenspathgang und wandelt den Eisenspath theilweise zu „Eisenmulm" um: in eine schwarze pulverige Masse, welche stark vom Magnet

[1]) Zirkel. l. c. 205. — [2]) Des Cloizeaux. Minér. I. 233. vergl. auch Coquand. Bull. géol. 12. 321. 1841. — [3]) l. c. 206. vergl. Leymerie. Bull. géol. (3) 5. 636. 1877. — [4]) Ann. min. (5) 12. 200. 1857. — [5]) Jahrb. Miner. 1836. 70. — [6]) Naumann. Lehrb. d. Geognosie. I. 752. Nach Macculloch, v. Oeynhausen und v. Dechen, Geikie. — [7]) Jhb. geolog. Reichsanst. 4. 183. 1853. — [8]) Verhandl. d. naturhist. Ver. Rh. und Westf. 34. Sitzungsber. d. niederrh. Ges. in Bonn. 316. 1877. — [9]) Hessenberg. Jhb. Min. 1870. 479. Marka. Jahrb. geol. Reichsanst. 19. 318. 1869. — [10]) v. Zepharovich. Ber. Wien. Akad. 69. 26. 1874. Analysirt von Janovsky. — [11]) vom Rath. Jahrb. Miner. 1876. 402. — [12]) Ber. Wien. Akad. 44. 123 und ff. 1861.

angezogen wird. Genth fand darin (nach Abzug von 2,34 pCt. Sand u. s. w.) nebst Spuren von Co O, C O^2, Wasser[1]) 68,34 $\dddot{Fe}$; 14,66 Fe O; 16,91 Mn O; 0,09 Cu O = 100. Etwa Mn O + Fe O + 2 $\dddot{Fe}$ — Magneteisen, in dem etwa die Hälfte des Eisenoxyduls durch Manganoxydul ersetzt wird — entsprechend, obwohl wahrscheinlich auch $\ddot{Mn}$ vorhanden ist. Nöggerath fand dort Spatheisen, das stellenweise noch deutlich Gefüge und Glanz zeigte, schon Magneteisen enthaltend, das an anderen Stellen desselben Stücks ganz ausgebildet ist und zwar erdig, in's Kleinkörnige übergehend.[2]) Jung[3]) sah am Schaarungspunkte, wo der Basaltgang mit einer grösseren Fläche auf den Eisenstein einwirkte, diesen auf 3—5 Zoll, an den Durchsetzungspunkten nur auf $^1/_2$—2 Zoll in Magneteisen und das aus Spatheisen entstandene Brauneisen in erdiges Magneteisen umgewandelt. Ganz in der Nähe des Basaltes lässt das Magneteisen Eigenschaften des Spatheisens nicht mehr erkennen, zeigt aber in einiger Entfernung allmählich die Blätterdurchgänge und den Glasglanz des letzteren. Die Pseudomorphosen in Magneteisen enthalten Quarzschnüre. Der Quarz ist geröstet, aber nicht mit dem Finger zerreiblich wie der im erdigen Magneteisen vorkommende, zerklüftet, braun und leicht zerbrechlich. Die Kupfererztrümchen sind mitunter verschlackt und theilweise ausgeschmolzen. Die Pseudomorphosen in Magneteisen sind dicht, körnig bis blättrig, abfärbend, mit unebenem, zuweilen muschligem Bruch. Einzelne Stücke zeigen Streifen von krystallinischem Graumanganerz, das später durch Auslaugung eingeführt wurde. Eine schwarze, noch Blätterdurchgänge und starken Glasglanz zeigende, magnetische Pseudomorphose des Spatheisens in Magneteisen ergab 20,89 pCt. Magneteisen, 52,48 pCt. Spatheisen, ausserdem Mn O, Mn O^2, Ca O, Mg O, Si O^2.

Eisenspath liefert beim Glühen unter Entwickelung von Kohlensäure und Kohlenoxydgas Magneteisen, das sich, wenn die geröstete Masse in Fluss kommt, in Oktaedern findet.[4])

Erdbrände bewirken dieselbe Umbildung. Kapp fand bei Schlackenwerth das Spatheisen der Braunkohlenformation zu Magneteisen und Rotheisenstein umgewandelt.[5]) Nach Blum war thoniger Sphaerosiderit und dessen Eisenspäthe zu erdig thonigem Magneteisen geworden. Die ursprünglichen Eisenspathrhomboeder fand Blum innen mit erdigem Magneteisen erfüllt.[6]) Thoneisensteine der Erdbrände bei Schwindschitz fand Reuss zum grössten Theil aus Eisenoxydoxydul bestehend und dem Magnet folgsam.[7])

[1]) Ann. Chem. Pharm. 66. 278. 1848. Aehnliche Resultate erhielt Schnabel. — [2]) Sitzungsber. niederrhein. Ges. in Bonn. 1856. LXXVII. — [3]) Verh. naturh. Ver. Rh. und Westf. 15. 209. 1858. cf. Blum. Pseud. I. 102. (vgl. Hundt. ib. 19. Correspondenzbl. 59. 1862). — [4]) Bischof. Chem. Geol. II. 928. Ob diese Oktaeder Fe O + $\dddot{Fe}$ sind, ist nach Rammelsberg nicht festgestellt. Eiserne Ankerstangen, die drei Jahre zur Verbindung von Kokesöfen gedient hatten, sind nach v. Dechen (Sitzungsber. niederrh. Ges. in Bonn. 1862. 179) im Kern in stark magnetisches Magneteisen umgewandelt (sp. G. 5,16), das noch etwas metallisches Eisen enthält. Terreil (Compt. rend. 84. 1399. 1877) fand in Gasöfen mit 900° Temp. Eisenstangen nach 14 Tagen in Magneteisen umgewandelt. — [5]) Jahrb. Miner. 1843. 485. — [6]) Blum. Pseudom. I. 100. — [7]) Umgebungen von Teplitz und Bilin. 1840. 119. Sp. G. 4,261.

Kapitel X.

Quell-, Fluss-, See- und Meerwasser.

Die Hydrometeore, das aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche gelangende oder auf dieser sich niederschlagende Wasser, Nebel, Thau, Regen, Reif, Schnee und Hagel, sind (s. S. 44) niemals reines Wasser. Sie enthalten die Gase der atmosphärischen Luft, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure (und daneben geringe Mengen der in der Atmosphäre sich findenden Substanzen) gelöst. Mit diesem ihrem Inhalt wirken sie auf den Ackerboden und die Mineralien der Gesteine, der Mineralaggregate, ein, nehmen Lösliches aus ihnen auf (s. Kap. III., V., VI., VII.), dringen damit beladen in die Tiefe, steigern dadurch ihre Einwirkung und treten endlich als Quellen hervor. Rechnet man dazu noch die in der Tiefe höhere und steigende Temperatur, ferner die aus dem Erdinnern stammenden Gase, mit denen das niedersinkende Wasser zusammentreffen kann, endlich die grosse Mannigfaltigkeit der Mineralaggregate, mit denen das Wasser in Berührung kommt und deren höchst ungleiche Durchdringbarkeit für Wasser, so ergiebt sich, dass Temperatur und chemischer Inhalt der Quellen eine grosse Verschiedenheit aufweisen muss. Alle Quellwasser, deren Temperatur höher ist als die Mitteltemperatur des Bodens, aus dem sie entspringen, heissen Thermen, warme Quellen.[1]) Zwischen Temperatur und chemischem Inhalt der Quellwasser besteht kein nothwendiger Zusammenhang: die Thermen sind nicht nothwendig reicher an festen oder gasförmigen Bestandtheilen als die nicht thermalen Quellen.

An gasförmigen Bestandtheilen sind in den Quellen gelöst die Bestandtheile der Luft, ferner die aus dem Erdinnern und aus der Umsetzung der Mineralien herrührenden Gase (wie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff u. s. w.), und Kohlensäure aus der Ackerkrume stammend, soweit sie nicht etwa während des Quelllaufs verbraucht sind durch chemische Vorgänge, wie z. B. Oxydation. Von ihnen wird nur untergeordnet die Rede sein.

Die festen Substanzen, welche nach dem Abdampfen des Wassers als Rückstand bleiben, sind gelöst, weil sie entweder in reinem Wasser oder in kohlensäurehaltigem Wasser oder in verdünnten Salzlösungen löslich sind. Versuche über die letztgenannte Reihe liegen nicht in grosser Menge vor. Die Menge und die chemische Beschaffenheit des Gelösten hängt neben klimatischen Bedingungen

[1]) Thermen, deren Temperatur niedriger ist als die höchste Bodentemperatur der höchsten Zone, also die Thermen von 0° bis 30°, lassen sich nach Studer (Lehrb. d. physik. Geogr. und Geologie. 2. 50. 1847) als relative unterscheiden von den absoluten Thermen, deren Temperatur von 30 bis auf 100° steigen kann. Für artesische Brunnen und künstlich erbohrte Quellen gilt dasselbe.

wesentlich ab von der mineralogischen und geologischen Beschaffenheit des Quellgebietes. Häufig vorkommende und dabei in obigem Sinne lösliche Substanzen werden sich in den meisten Wässern finden, und in den Quantitäten der einzelnen Stoffe wird sich der Grad der Löslichkeit ausdrücken. Organische Substanz fehlt nirgend, wo das Wasser mit Humus und den irgendwie aus organischer Substanz entstandenen Resten in Berührung war. Man muss annehmen, dass das Gelöste mit den mineralogischen Bestandtheilen des Quellgebietes sich umsetzt und dass dadurch vielfache Modifikationen des Gelösten entstehen. Dafür spricht namentlich die gegenüber der Häufigkeit und Angreifbarkeit der kalihaltigen Mineralien höchst geringe Menge der Kaliverbindungen in Quellwasser (und ebenso in Fluss-, See- und Meerwasser). Die Eigenschaft der Ackerkrume, aus dem durchsickernden Wasser Kali viel stärker als Natron aufzunehmen, erklärt jene Erscheinung nur zum Theil, selbst wenn man auch die leichtere Zerlegbarkeit der Natronsilikate gegenüber den Kalisilikaten in Betracht zieht.

In Quellen und Thermen treten, abgesehen von besonderen Fällen, vorzugsweise Karbonate, Sulfate und Chloride auf, neben denen Kieselsäure, Phosphate Nitrate u. s. w. an Menge sehr zurückstehen. Unter den Karbonaten überwiegen die von Kalk, Magnesia und Natron, unter den Sulfaten die von Kalk und Natron, unter den Chloriden Chlornatrium. Die Mengenverhältnisse im Einzelnen wechseln in hohem Grade.

Während bei den meisten Thermen Temperatur und chemischer Inhalt fast constant bleibt, wechselt je nach der Jahreszeit der letztere sehr bedeutend bei den Quellen, deren Quellgebiet der Oberfläche näher liegt, selbst wenn sie grossen Wasserreichthum besitzen. Nach E. Reichardt betrug die Menge des Abdampfrückstandes für die wasserreichen Quellen des Mühlthals bei Jena, welche wenige Hundert Schritt von dem Austrittspunkt Mühlen treiben, vom Juni 1872 bis Mai 1873 für 10 000 Theile Wasser zwischen $2{,}_{95}$—$4{,}_{70}$.[1])

Ueber den Einfluss der Gebirgsart auf die Summe des in Quellwasser Gelösten geben die nachstehenden, dem sechsten Bericht der Rivers pollution Commission. London 1874. 107 u. f., entnommenen Zahlen Auskunft. Angaben über die Mengen der einzelnen Bestandtheile, bis auf die organischen (C, N und Ammoniak) und Chlor, sind nicht mitgetheilt. In den kalkreicheren Formationen (Kohlenkalk = Mountain limestone, Buntsandstein = New red sandstone, Lias, Jura, Oberer Grünsand, Kreide) ist der Gehalt an Kalk grösser als in den übrigen. Yoredale-series und Millstonegrit bestehen der Hauptsache nach aus Sandstein und Schieferthonen.

1.	Quellen	aus	Granit und Gneiss	8 Angaben.
2.	„	„	Silur	15 „
3.	„	„	Devon und Old red.	32 „
4.	„	„	Mountain limestone	13 „
5.	„	„	Yoredale und Millstonegrit	8 „
6.	„	„	Coal measures	14 „

[1]) Arch. Pharm. (3) 4. 193. 1874.

7.	Quellen aus	Magnesian limestone	1	Angabe,
8.	„ „	New red sandstone	15	Angaben,
9.	„ „	Lias	7	„
10.	„ „	Jura	35	„
11.	„ „	unterer Kreide bis Upper green sand	19	„
12.	„ „	oberer Kreide (Chalk)	30	„
13.	„ „	Fluviomarin, Drift und Kies	10	„

	Fester Rückstand von 10000 Theilen Wasser.			Chlor.		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
1.	0,594	0,944	0,140[1]	0,169	0,810	0,055[1]
2.	1,233	2,710	0,304	0,184	0,370	0,090
3.	2,506	7,272	0,682	0,385	1,000	0,130
4.	3,206	9,850	1,570	0,463	3,200	0,070
5.	1,773	4,080	0,332	0,173	0,345	0,095
6.	2,430	3,960	0,684	0,192	0,335	0,095
7.	4,418[2]	—	—	0,417	—	—
8.	2,869	7,426	1,290	0,219	0,700	0,130
9.	3,641	5,812	2,122	0,248	0,480	0,155
10.	3,033	5,216	2,234	0,155	0,330	0,097
11.	3,005	6,840	0,445	0,298	0,710	0
12.	2,984	3,930	2,536	0,245	0,740	0,150
13.	6,132	22,524	2,372	0,276	0,427	0,210

Aehnliche Ergebnisse liefern unter andern die Untersuchungen von Grange in Betreff der Quellen des Isèrethales, wo die Verschiedenheit des Inhalts je nach dem Talk-, Anthracit- und Kreideterrain hervortritt;[3]) die Untersuchungen von Regelmann über die Quellwasser Württembergs,[4]) die von Truchot und Finot über die Quellen der Auvergne.[5])

Wie grosse Unterschiede im Gehalt an festen Substanzen, sowohl der Menge als der Qualität nach, die Wässer der Quellen und Brunnen zeigen, liefern die im Folgenden mitgetheilten Analysen. Eine Reihe von Analysen der Thermen und Kieselquellen ist in Kap. XI. mitgetheilt im Zusammenhang mit den Absätzen.

1. H. Struve. Mém. Acad. St. Petersbourg (7) VIII. 18. 1865.

Artesischer Brunnen, Petersburg, 658 Fuss tief, durch Silur bis auf den Granit getrieben. Temper. $9{,}75^0$; sp. G. 1,0080 bei 14^0.

Wassermenge in 24 Stunden 10800 Cubikfuss.

Freie Kohlensäure 0,2080. Cl Li und J^2 Mg Spur.

[1]) Balmoral, Rabate Fountain, Temp. $6{,}5^0$. Aus Granit entspringend. — [2]) 10 000 Th. Wasser enthalten 1,062 Th. $CaOCO^2$ und 0,832 $MgOCO^2$, nahezu Normaldolomit. Tiefer Brunnen in Durham, Sunderland. — [3]) Ann. ch. phys. (3) 24. 464. 1848. — [4]) Jahrb. Miner. 1875. 545. — [5]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. 13. 37. 1877.

2. Abel und Rowney. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. für 1847 und 1848. 998.
   Artesischer Brunnen, Trafalgar Square. London.
   Wasser aus 400 Fuss Tiefe aufsteigend. Am 6. Mai 1869 $8_{,340}$ Festes.

3. Péligot. Ann. ch. phys. (3) 51. 374. 1857.
   Artesischer Brunnen von Grenelle, 518 Meter tief.
   Aus Grünsand unter Gaultthonen. Temperatur 28⁰.
   Kein Gehalt an Sauerstoff, nur Stickstoff, freie Kohlensäure und Geruch nach Schwefelwasserstoff. Setzt im Bassin Eisenocker mit Kieselsäuregehalt ab.

4. Vlandeeren. Kopp u. Will. Jahresber. Chem. f. 1858. 794.
   Quelle bei Marienberg, nahe Boppard. Freie Kohlensäure $1_{,89}$.

5. E. Reichardt. Kopp u. Will. Jahresber. Chem. f. 1859. 834.
   Brunnen im Kalksteinbruch bei Weimar.

6. Ziureck. Veitmeyer. Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin. 1871. 263.
   Brunnen im Schloss, Lustgartenseite, Berlin.

7. Weselsky. Wien. Akad. Ber. 2 Abth. 54. 34. 1866.
   Artesischer Brunnen auf dem Bahnhof der Wien-Raaber Eisenbahn, Wien.
   Halbgebundene Kohlensäure $2_{,635}$; sp. G. $1_{,00083}$ bei 16^0.

8. Latzko und Weiner. Wien. Akad. Ber. 36. 202. 1859.
   Brunnen der Handelsakademie, Wien.
   Kohlensäure mit Kalk und Magnesia verbunden $2_{,023}$.

9. Latzko und Weiner. ib.
   Brunnen der Schottenbastei, Wien.
   Kohlensäure mit Kalk und Magnesia verbunden $0_{,123}$.

10. v. Gorup-Besanez. Ann. Chem. Pharm. Supplementbd. 8. 233. 1871.
    Wölmerbrunnen, fränkischer Jura, neue Strasse nach Toos.
    Chlor, Alkali, Eisen Spur; keine Schwefelsäure.
    Direkte Bestimmung des Rückstandes ergab $3_{,186}$.

11. 12. 13. Commaille und Lambert. Ann. ch. phys. (4) 24. 92. 1871.
    11. Acqua Vergine. Fontana Trevi, Rom. Ammoniak $0_{,00028}$. Jod Spur.
    12. Acqua felice, Rom. Ammoniak $0_{,000614}$. Jod Spur.
    13. Acqua Paola, Rom. Jod Spur. (Aus Lago Bracciano).

10000 Theile Wasser enthalten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kohlens. Kalk	0,8968	0,4650	0,5794	0,93	1,8974	0,697	0,0796	4,897	3,951	1,640	1,1394	1,2221	0,4155
Kohlens. Magnesia	0,2015	0,3220	0,1633	0,23	1,7677	0,355	0,0556	3,640	3,299	1,308	0,3486	0,3855	0,1862
Kohlens. Eisenoxydul	0,0060	—	0,0312	—	0,0737	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Manganoxydul	0,0024	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Baryt	0,2110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Natron	0,6710	2,5784	0,2045 b	1,42	—	—	6,1082	7,461	1,471	—	—	—	—
Schwefels. Kalk	—	—	—	0,51	0,0354	2,979	0,0090	—	—	—	—	—	0,0954
Schwefels. Natron	—	1,2499	0,1605	—	0,1615 c	0,217	—	2,706	2,400	—	0,3193	0,1718	—
Schwefels. Kali	—	1,9530	—	—	0,1867	0,357	—	1,496	—	—	—	0,0589	0,0205
Unterschwefligs. Natron	—	—	0,0909	—	0,0199 d	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	2,2040	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorcalcium	2,2390	—	—	—	—	—	0,0918 g	—	—	—	—	—	—
Chlornatrium	31,4500	2,8655	0,0909	1,07	—	0,797	2,1396	—	0,210	—	0,0621	0,1043	0,5289
Chlorkalium	0,6110	—	—	—	0,1232	—	0,0537	0,741	1,692	—	—	—	—
Brommagnesium	0,3080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	0,1150	0,1310	0,0994	—	—	0,370	0,1056	0,080	0,245	0,120	—	—	—
Kiesels. Natron	—	—	—	0,14	0,2351 e	—	—	—	—	—	0,7624	0,7624	0,1619
Phosphors. Natron	—	0,0465 a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	—	—	—	—	—	0,150	0,0091 h	Spur	Spur	—	Spur	Spur	Spur
Salpeters. Kalk	—	—	—	—	—	0,950	—	—	—	—	—	—	—
Quell- und Quellsalzsäure	—	0,0337	—	—	0,0712 f	—	—	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz	—	0,0960	—	—	0,0691	0,206	0,6750	0,244	0,246	Spur	Spur	Spur	Spur
Summa	38,9107	9,7410	1,4201	4,30	4,5709	7,078	9,3202	21,215	13,514	3,068	2,6318	2,7045	1,4084

a. Darunter 0,0049 Kalkphosphat. b. Kalikarbonat. c. Magnesiasulfat. d. Schwefelkalium. e. Kalksilikat. f. An Kali gebunden. g. Chlorammonium. h. Thonerde als Phosphat.

Das salzig schmeckende Wasser des artesischen Brunnens in Petersburg, No. 1, gehört nach seinem Chlornatriumgehalt, welcher grösser ist als der des Meerwassers, und nach seiner Temperatur zu den Soolthermen und zwar zu der Gruppe, welcher die Sulfate fehlen. Die durchbohrten Gesteine bestehen aus silurischen Thonen und Sandsteinen, zum Theil mit Sphaerosiderit und Schwefelkies, zu unterst wurde $1,_{5}$ Fuss Granit durchbohrt. Die Thone, welche $0,_{01}$—$0,_{062}$ pCt. Chlornatrium, bisweilen Gyps ($0,_{14}$—$0,_{90}$ pCt.) enthalten, leitet von Struve aus verwittertem Rapakivi ab, aber für das Fehlen der Sulfate, falls man die Wässer als nur durch Auslaugung der Thone entstanden annimmt, lässt sich kaum genügende Erklärung geben. Barytgehalt ist in den Thonen und im Rapakivi nicht gefunden, die Sandsteine sind nicht untersucht. Der Salzgehalt auf 100 berechnet ergiebt:
$80,_{83}$ Cl Na; $1,_{57}$ Cl K; $5,_{74}$ Cl^2 Ca; $5,_{66}$ Cl^2 Mg; $0,_{79}$ Br^2 Mg und im Rest $5,_{41}$ pCt.

Die Analyse No. 10 bezieht sich auf eine Quelle im Dolomit des fränkischen weissen Jura, dessen Analyse oben (s. S. 72) gegeben ist. In dem Quellwasser kommen auf 100 Theile Kalkkarbonat $79,_{75}$ Theile Magnesiakarbonat, genau so wie in der Lösung II., welche kohlensaures Wasser aus dem Dolomit auszog.[1]) In anderen Quellen aus demselben Dolomit sinkt der Gehalt an Magnesiakarbonat auf $39,_{22}$ gegen 100 Kalkkarbonat. In allen diesen Quellwässern fehlt Schwefelsäure.

Während die Analysen No. 11, 12, 13 von Quellwässern, welche aus dem vulkanischen Gebiet der römischen Campagna herrühren, relativ reich sind an Alkalisalzen, enthält das Wasser der Acqua Marcia, welches aus Apenninenkalk stammt, ebenso wie das Wasser des Anio und Tiber, viel mehr Karbonate von Kalk und Magnesia als Alkalisalze.[2])

Die Soolquellen.

Versteht man unter Soolquellen die natürlichen und erbohrten, thermalen und nicht thermalen Quellwasser, welche als Hauptbestandtheil Chlornatrium enthalten, so sieht man, dass sie in 2 Gruppen zerfallen. In der ersten, der bei weitem häufigsten, finden sich neben dem überwiegenden Chlornatrium und untergeordneten Chloriden von Kalium, Magnesium, Calcium und einigen noch sparsameren Chloriden Sulfate, zunächst von Kalk, sparsamer von Alkali, Magnesia, Baryt, Strontian, Thonerde;[3]) in der zweiten fehlen die Sulfate vollständig, so im Soolwasser von Dürkheim (hier von Sulfaten in 1000 Theilen

[1]) Von Quellwässern aus dem Dolomit des weissen fränkischen Jura theilt von Gorup-Besanez (l. c.) noch 16 Analysen mit. Direkte und indirekte Bestimmung des Rückstandes weichen zum Theil sehr bedeutend ab. Eine Quelle aus braunem Jura enthält auf 100 $CaOCO^2$ nur $11,_{63}$ $MgOCO^2$, eine Quelle aus der Grenzregion zwischen weissem Jura und dem obersten Dolomit nur $12,_{79}$ $MgOCO^2$. — [2]) Vergl. die Analyse von Carlucci, Balestra und Sestini in Jahresber. Chem. f. 1876. 1304. — [3]) Die Angabe Bischof's in Chem. Geol. II. 316, wonach Thonerdesulfat $6,_{77}$ pCt. des Salzgehaltes der Dürrenberger Soole ausmacht, beruht auf Verwechselung mit Kalksulfat; es sind in der Salzmenge $0,_{086}$ pCt. Thonerdesulfat vorhanden. s. bei Absatz von Gyps.

Wasser nur $0{,}_{01950}$ $Sr\,O\,SO^3$), in den pfälzischen Soolquellen um Kreuznach; im Soolwasser von Tarentum, Pennsylvanien;[1]) in den Soolquellen von Hallowell, Canada und anderen canadischen Soolquellen (s. die Analysen); in der alten Schwefelquelle von Harrogate, England;[2]) in Soolwässern der Steinkohlenformation und im Wasser des artesischen Brunnens in Petersburg (s. S. 441).

Ausserdem finden sich in den Soolwässern Karbonate, Kieselsäure, Jod-, Brom- und Fluor-Verbindungen, Phosphate, Arseniate, Borate, Nitrate, organische Substanz. Jod- und Brom-Verbindungen lassen sich quantitativ oft nur in den Mutterlaugen bestimmen.

Die Mengenverhältnisse der einzelnen Chloride, unter denen Chlorammonium, Chlorbaryum,[3]) Chlorstrontium, Chlorlithium, Chlorcalcium, Chlorrubidium zu den selteneren gehören, erscheinen in den Analysen[4]) sehr ungleich, ebenso die Menge der Sulfate. Das Maximum von Kalksulfat fanden Chandler und Cairns in dem Soolwasser des artesischen Brunnens von Sheboygan, Wisconsin: 1000 Theile Wasser enthalten neben $6{,}_9$ Chloriden ($5{,}_{26}$ Cl Na), $2{,}_9$ Kalksulfat, und den Gesammtgehalt (etwa 10 Th.) = 100 gesetzt in diesem 29 pCt. Kalksulfat.[5]) Als Soole mit grossem Reichthum an Kalisalzen und Magnesiasalzen ist die Soole von Salzderhelden aus 393 m Tiefe anzuführen, welche nach A. Streng in 100 Festem $34{,}_{63}$ pCt. Cl Na, $16{,}_{09}$ pCt. Cl Ka, $37{,}_{18}$ $Cl^2\,Mg$ und $10{,}_{94}$ $Mg\,O\,SO^3$ neben $1{,}_{16}$ pCt. Sonstigem enthält.[6])

Der Salzgehalt der Soolquellen ist sehr verschieden, einige nähern sich dem Sättigungsgrade, meist ist der Salzgehalt viel schwächer. An einigen Stellen, wo Salzquellen vorhanden waren und später Steinsalz aufgefunden wurde, ist der vollständige Nachweis geliefert, dass die Quellen ihren Salzgehalt nicht aus dem in der Nähe lagernden Steinsalz entnommen haben, sondern aus Schichten, welche das Steinsalz in sehr vertheiltem Zustande und wohl immer mit Kalk-, Magnesia- und Kalisalzen verbunden enthalten[7]) Ausser den hier mitgetheilten Analysen, welche als Beispiele für arme und reiche Soolen mit und ohne Sulfate dienen mögen, vergl. bei Absätzen die Analysen der Quellen von Wiesbaden, Homburg, Nauheim, der Soolen von Schönebeck, Dürrenberg.

Von Gasen finden in den Soolen gelöset: Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff (Grubengas), Stickstoff.

I. Soolwasser von Dürkheim. In 1008 Fuss erbohrt. Temp. $18{,}_1$—$19{,}_4$°. Bunsen und Kirchhoff. Pogg. Ann. 113. 358. 1860.

[1]) Nach Lenny zeigen die auf einem Terrain von 2000 Quadratmiles liegenden Soolquellen bei Tarentum keine Spur von Sulfaten (Analysen bei Bischof. Chem. Geol. Ed. I. 2. 1699) und sämmtlich mit einem Gehalt an Chlorbarium. — [2]) Thorpe (Fittica. Jahresber. Chem. f. 1876. 1306) in 1000 Th. $0{,}_{07369}$ NaHS und $0{,}_{09277}$ $BaCl^2$. — [3]) Die Soole von Recklingshausen, Westfalen, enthält nach Bischof in 1000 Th. $0{,}_{0811}$ Chlorbaryum (Chem. Geol. II. 225). Nach Hunt (l. c.) enthalten canadische Quellen, nach Chandler und Cairns die Unionquelle bei Saratoga, New-York, Baryt und Strontian als Chloride oder Karbonate neben vorwiegendem Chlornatrium. — [4]) Zusammenstellung von 49 Analysen bei Bischof. Chem. Geol. Ed. I. 2. 2. l. c. — [5]) Fittica. Jahresber. Chem. f. 1876. 1309. In einer Lösung der durch die Analyse gefundenen Chloride kann sich nach Versuchen noch mehr Kalksulfat lösen als das Soolwasser enthält. — [6]) Jahresber. Chem. f. 1875. 1289. — [7]) v. Dechen. Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche. 1873. 696.

Aus Buntsandstein hervortretend, Auslaugung aus den pfälzischen Melaphyren nach Laspeyres, Zs. geol. Ges. 20. 191. 1868.

Frei von Sulfaten sind auch die pfälzischen Soolquellen von Münster am Stein (Kreuznach), Theodorshall, Carlshall, sämmtlich Thermen und nach Laspeyres ebenfalls aus den Melaphyren ausgelaugt.

II. Wasser aus Bohrloch der Zwickauer Gewerkschaft. Aus Steinkohlengebirge. Kersten. Jahrb. Miner. 1846. 728.

III. Grubenwasser der Zeche Johann bei Steele. Steinkohlengebirge. von der Marck. Correspondenzblatt des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalens 3. 4. 86. 1867.

IV. Soolwasser bei Tarentum, Pennsylvanien; erbohrt; 17°,5. Neben Petroleum reichlich Gase, namentlich Sumpfgas.

E. Stieren. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1861. 1112.

V. Soolquelle bei Hallowell, Amos Hubbs, Canada. In 87 Fuss Tiefe erbohrt. Trentonformation.

T. Sterry Hunt in Logan Geol. of Canada. 1863. 547. Ebenda noch weitere Analysen nicht thermaler Quellen mit überwiegendem Chlornatriumgehalt ohne Sulfate.

VI. Soole des Hauptschachtes (aus 46 Fuss Tiefe) Kötschau, Provinz Sachsen.

Heine in Karsten und von Dechen. Archiv. 19. 275. 1845. In der Mutterlauge Brom.

VII. Edelsoole von Reichenhall.

Buchner. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1850. 623.

(Folgt Tabelle, siehe Seite 445.)

Die Schwefelquellen.

Die theils kalten, theils thermalen Schwefelquellen, welche durch Reduktion der Sulfate mittelst organischer Substanz entstehen, enthalten Schwefelwasserstoff, meist daneben Schwefelmetalle (Schwefelcalcium, Schwefelnatrium u. s. w.) gelöset, die an der Luft durch Zersetzung Schwefelwasserstoff liefern. Ausserdem finden sich in ihnen von Gasen: Kohlensäure, Grubengas, Stickstoff, Sauerstoff; sparsam Kohlenoxysulfid (CO S), Kohlenoxyd, Wasserstoff. Kohlenoxysulfid[1]) zerfällt beim Stehen mit Wasser in Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Mit seltenen Ausnahmen finden sich in den Schwefelwässern Sulfate und organische Substanz, bisweilen unterschwefligsaure Salze, immer Chloride, Karbonate, Kieselsäure, in geringen Mengen Brom-, Jod- und Fluor-Verbindungen, Phosphate, Borate, Nitrate und Ammoniakverbindungen. Die meist geringe Menge des

[1]) Durch Thann in den Thermen von Harkány, Baranyer Comitat, Ungarn (62,5°) und in der kalten Quelle von Parád aufgefunden. Die erstere enthält weder Sulfate noch unterschwefligsaure Salze, wohl organische Substanz, und setzt Schwefel ab. Will. Jahresbericht. Chem. für 1867. 157 und Fittica. Jahresber. Chem. für 1876. 1303.

In 1000 Th. Soole	I	II	III	IV	V	VI	VII
Cl Na	12,71000	14,884	21,248	32,978	38,7315	27,32	224,363
Cl K	0,09660	0,180	0,147	0,041	Spur	—	—
Cl Li	0,03910	—	—	—	—	—	—
Cl Cs	0,00017	—	—	—	—	—	—
Cl Rb.	0,00021	—	—	—	—	—	—
Cl Am	—	—	—	0,007	—	—	0,025
Cl^2 Ca	3,03100	6,290	1,767	8,578	15,9230	—	—
Cl^2 Mg	0,39870	3,123	0,016	2,166	12,9060	—	1,802
Cl^2 Sr	0,00810	0,040	—	0,096	—	—	—
Cl^2 Ba	—	0,081	0,158	0,006	—	—	—
Br K	0,02220	—	—	—	—	—	—
Br^2 Mg	—	Spur	0,011	0,115	0,4685 d	—	0,030
J K	—	Spur	—	0,080 b	0,0133 e	—	—
K^2 O S O^3	—	—	—	—	—	0,24	0,612
Na^2 S O^3	—	—	—	—	—	0,76	2,000
Ca O S O^3	—	—	—	—	—	3,55	4,165
Mg O S O^3	—	—	—	—	—	0,91	—
Ba O S O^3	—	—	—	—	—	—	—
Sr O S O^3	0,01950	—	—	—	—	—	—
Ba O C O^2	—	—	0,002	0,004	—	—	—
Sr O C O^2	—	—	—	0,059	—	—	—
Ca O C O^2	0,19618	0,359	0,444	2,764	—	0,26	0,010
Mg O C O^2	0,00958	Spur	0,124	1,377	—	0,18	Spur
Fe O C O^2	0,00609	0,151	0,009	0,038	—	—	—
Mn O C O^2	Spur	0,012	—	Spur	—	—	—
Si O^2	0,00040	0,017	0,016	0,102	—	0,10	0,011
$\dddot{Al}$	0,00020	0,013	—	0,041 c	—	—	0,008 f
Nitrate	—	—	—	—	—	—	—
Phosphate	Spur	0,024 a	0,001 a	—	—	—	—
Ammoniaksalze . .	Spur	—	—	—	—	—	—
Schwefelwasserstoff .	Spur	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz	Spur	Spur	—	—	—	—	—
	16,53803	25,124	23,943	48,452	68,0423	33,32	233,026
Kohlensäure an Karbonate gebunden . .	0,09465			1,953			
Freie Kohlensäure .	1,64300			0,008			
Stickstoff	0,00460			—			
	18,28028			50,413			

a. Kalkphosphat. b. J^2 Ca. c. Thon. d. Br Na. e. J Na. f. Thonerde und Eisenoxyd.

Gelösten wechselt zwischen weiten Grenzen, bald überwiegen die Karbonate, bald die Chloride, bald die Sulfate.

Die Menge der organischen Substanz (des Baregins) im Wasser von Aix, Savoyen, wechselt bedeutend. Sie enthält 54 pCt. Asche, darunter in 100 Theilen Asche 37,41 pCt. SiO^2, 34,31 pCt. Ca O und etwa 10 pCt. Eisenoxyd.[1])

1000 Theile enthalten	Analysen von Schwefelwässern					
	1	2	3	4	5	6
Schwefelwasserstoff	0,0087	0,0076	nicht bst.	—	0,0049	0,0039
Kohlenwasserstoff	0,0020	—	nicht bst.	—	—	—
Stickstoff	0,0194	—	nicht bst.	—	—	0,0016
Kohlensäure	0,0087	0,5440 a	nicht bst.	0,0108	0,2245 a	0,0952
Kohlens. Ammoniak	—	0,0048	—	0,0104 b	—	—
Schwefelcalcium	0,0185	—	—	—	—	—
Unterschwefligs. Kalk	0,0032	—	—	—	—	—
Schwefelnatrium	—	—	0,0136	0,00007	—	—
Kalkkarbonat	0,4276	0,2631	0,1579	0,1858	0,3491	0,1894
Magnesiakarbonat	0,0186	0,2357	0,0508	0,0267	0,0195	0,0105
Barytkarbonat	—	0,0010	—	Spur	—	—
Strontiankarbonat	—	0,0001	0,0002	0,0006	—	—
Eisenoxydulkarbonat	—	Spur	0,0096	0,0004	0,0017	0,0010
Manganoxydulkarbonat	—	Spur	—	0,0003	—	—
Natronkarbonat	—	0,2874	0,6449	0,5977	—	—
Lithionkarbonat	—	0,0005	0,0029	0,0097	—	Spur
Magnesiasulfat	0,5598	—	—	—	0,5526	0,0735
Kalksulfat	0,1309	—	—	—	1,9062	0,0928
Natronsulfat	0,0836	—	0,2836	0,3082	0,1227	0,0327
Kalisulfat	0,0541	0,0388	0,1527	0,1685	0,0646	—
Chlornatrium	0,0147	0,2713	2,6161	2,8372	0,1676	0,0300
Bromnatrium	—	Spur	0,0086	0,0017	—	—
Jodnatrium	—	Spur	0,0005	0,0002	Spur	—
Chlorkalium	Spur	0,0278	—	—	—	—
Kieselsäure	0,0128	0,0146	0,0661	0,0738	0,0359	0,0479
Thonerdephosphat	—	0,0001	—	0,0002	0,0068 c	0,0081 d
Kalkphosphat	—	0,0003	—	0,0003	—	0,0066
Organische Substanz	Spur	0,0049	0,0769	0,0026	—	wechselnd
	1,3238	1,1456	4,0794	4,21417	2,5267	0,4926

a. Freie und halbfreie Kohlensäure. b. Bikarbonat. c. Thonerde. d. Thonerdesulfat.

1. Bunsen. Waldquelle Langenbrücken; Baden.
Fresenius. Zeitschr. f. analyt. Chemie. 10. 439. 1871.

[1]) Willm. l. c. 295.

2. Fresenius. Schwefelquelle, Weilbach; Nassau.
Temp. 13,7°; sp. G. 1,001065. Spuren von borsaurem und salpetersaurem Natron und von Fluorcalcium.
Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 771.

3. V. Monheim. Kaiserquelle, Aachen.
Temp. 55°; sp. G. 1,00349. Im Wasser steigen Schwefelwasserstoff, Grubengas, Kohlensäure, Stickstoff auf.
Will. Jahresber. Chem. f. 1865. 932.

4. Wildenstein. Burtscheider Quelle.
Temp. 74,6°; sp. G. 1,00347. Arsensaurer Kalk 0,000034; kohlensaures Kupferoxyd 0,00001; borsaures Natron, salpetersaures Natron, Fluorcalcium, schwefelsaures Rubidium- und Caesium-Oxyd Spur.
Kopp und Will. Jahresber. f. 1862. 810.

5. K. von Hauer. Urquelle, Trentschin-Teplitz; Ungarn.
Temp. 40°; sp. G. 1,002578. Fluor, Spur.
Jahrb. geol. Reichsanst. 10. 4. 1859.
Aehnliche Resultate fand Schneider. Wien. Akad. Ber. 69. 72. 1874.

6. E. Willm. Source de soufre, Aix; Savoyen.
Temp. 43,5°.
Freier Schwefelwasserstoff 0,00337 bis 0,00443; Stickstoff 13 cc; Schwefel als unterschwefligsaure Verbindung 0,00384.
Bull. soc. chim. 29. 294. 1878.

Durch Oxydation geht aus dem Schwefelwasserstoff Schwefel hervor, der sich als Absatz niederschlägt, oder Schwefelsäure, welche, auf die Umgebung einwirkend, Sulfate erzeugt. Der weisse Schlamm, den die Schwefelquellen absetzen, besteht zum grossen Theil aus Schwefel. Fresenius fand im Absatz der Weilbacher Schwefelquelle 89,7 pCt. Schwefel und organische Substanz. Derartige Absätze sind überaus häufig so in Aachen,[1] Eilsen, Nenndorf, Schinznach, Luchon, Ax,[2] Baden bei Wien, Trentschin-Teplitz, Ofen. Aix in Savoyen, Rapolano in Toscana u. s. w.

In den Absätzen der Carolinenquelle bei Mehadia, Militärgrenze, fand Bekert: 93,860 Kalkkarbonat (wahrscheinlich Aragonit); 0,057 Eisenoxyd; 0,065 Kieselsäure, Chlor, Natron; 6,018 Schwefel.[3]

Bei grossem Gehalt an Kalkkarbonat[4] setzen die Schwefelquellen vorzugsweise Kalktuffe ab. Die von Warasdin-Teplitz, Croatien, (mit 0,0075 SH^2; 0,2943 $Ca\,O\,CO^2$; 0,0308 $Ca\,O\,SO^3$ in 1000 Theilen)[5] setzen in Leitungen Schwefel ab,

[1] Nöggerath fand in Aachener Thermen Kalksteinstücke mit einem dünnen Eisenkiesüberzug bedeckt. Bischof. Chem. Geol. I. 558. Bischof fand in dem Schwefel etwas Gyps und organische Substanz. ib. I. 858. — [2] Die heissen zahlreichen Schwefelquellen der Pyrenäen treten fast stets an der Grenze von Granit und Gliedern des Uebergangsgebirges hervor. Durocher. — [3] Kenngott. Uebersicht der Resultate mineralog. Forschungen in den Jahren 1862—65. 1868. 64. Die Quelle enthält nach Schneider und Köttsdorfer (1871) in 1000 Th. 0,05 Kalk und 0,029 SH^2. — [4] Vergl. bei Absätzen der Quellen in Kap. XI. — [5] K. v. Hauer. Jahrb. geol. Reichsanst. 9. 170. 1858.

haben aber einen Kalktuffhügel aufgebaut, der den ganzen Ort Teplitz trägt und das altrömische Teplitz mit Kalktuff bedeckt. An den Wänden der Quelle setzt sich Gyps ab und der in der Nähe des Tuffs lagernde Gyps scheint ebenfalls Absatz der Thermen (56—57°,5) zu sein.[1])

Die Oxydation des Schwefelwasserstoffgases zu Schwefelsäure fanden Bonjean[2]) und Dumas[3]) in Aix, Savoyen. In den Badezimmern bringt das abgedunstete Gas an den getünchten Stellen Kalksulfat hervor, die Leinwandvorhänge werden durch Schwefelsäure sauer und zerreissen leicht. Diese Zersetzung durch feuchte Luft kann man nachahmen, wenn man bei 40—50° Schwefelwasserstoff und Luft auf feuchte Leinwand wirken lässt.[2]) Der thonige, kiesreiche, etwas Magnesia haltige Kalkstein, aus dem die Quellen hervortreten, zeigt nach Bonjean (l. c.) Ausblühungen, welche aus 33 pCt. Thonerdesulfat, 11 pCt. Magnesiasulfat, 8 pCt. Eisenoxydulsulfat und 48 pCt. Krystallwasser bestehen. Ein Theil derselben mag durch die Oxydation des Schwefelkieses entstehen.

Wo Gase der Schwefelquellen selbst mit nur geringem Schwefelwasserstoffgehalt durch Kalke brechen, entsteht daher Gyps (neben Schwefel). So in Dyadin, N. vom Wansee, nach Abich.[4]) Dass auch Sulfate von Eisen, Thonerde u. s. w. entstehen, beobachte Breislak bei Mondragone am Tour des Bains, W. von Capua.[5])

Ueber Absatz von Schwefel aus Schwefelwasserstoff der Kieselquellen s. bei diesen.

Einwirkung der aus Schwefelwasserstoff der Schwefelquellen in Luchon hervorgegangenen Schwefelsäure fand Garrigou. Es werden Sulfate von verschiedener Sättigung gebildet, je nachdem die Unterlage Granit oder kieseliger Kalkschiefer ist. Die Ausblühungen des Granites enthalten neben Gyps etwas Kieselsäure und etwas freie Schwefelsäure.[6]) Bei Olette fand Bouis auf dem Granitgestein Natronalaun und saures schwefelsaures Natron, aber in diesen Salzen auch einen starken Ammoniakgehalt.[7])

Ablagerungen von Schwefel aus älteren, Schwefelwasserstoff enthaltenden Quellen sind häufig. Dahin gehört nach Zeuschner und v. Zepharovich das Vorkommen von Swoszowice unweit Krakau; der Schwefel imprägnirt die Thon- und Kalkmergelschichten und bildet darin sphäroidische Concretionen. Jüngerer Entstehung sind die Schwefelkrystalle, welche mit älterem Kalkspath und Baryt und jüngerem Quarz in den Hohlräumen der schwefelführenden Gesteine getroffen werden. Diese Hohlräume wurden früher von Schwefelconcretionen eingenommen und der Schwefel vollständig oder zum Theil ausgelaugt; an den Resten erkennt man deutliche Ausnagungsformen.[8])

Nach den Untersuchungen von Mottura verdanken die Schwefelablagerungen in Sizilien, die sich von Gibellina bis Centuripe, also über ein sehr grosses

[1]) v. Vukotinovic. ib. III. 4. p. 16. 1852. — [2]) Bull. géol. (2) 1. 751. 1844. — [3]) Berzelius. Jahresber. f. 1846. 42. — [4]) Jahrb. Miner. 1857. 461. — [5]) Voyages dans la Campanie. 1. 120. 1801. — [6]) A. Naumann. Jahresber. Chem. für 1874. 1331. — [7]) Kopp und Will. ib. für 1858. 762. — [8]) Jahrb. geol. Reichsanst. 19. 225. 1869. Einschlüsse von Schwefel in Quarz sind dort beobachtet. l. c. 227.

Gebiet erstrecken, ihren Ursprung Quellen, die Schwefelcalcium oder Schwefelwasserstoff und Kalkkarbonat enthielten. Beide entstanden aus den untermiocänen Gypsen, die durch organische Substanzen reduzirt wurden.[1]) Wo das schwefelführende Gestein, ein kalkiger Mergel, bald von mehr thonigem, bald von mehr kalkigem Charakter, zuweilen ein Kalkstein, lange der Einwirkung der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, oxydirt sich der Schwefel. Die Schwefelsäure zersetzt den Kalkstein und es entsteht ein mürber Gyps, „Briscale“, das sicherste Anzeichen eines Schwefellagers.[2]) Ueber den schwefelführenden Schichten liegt gewöhnlich Gyps, zuweilen bildet Gyps auch das Liegende.[3])

Nach Arzruni (und Abich) sind die in Kalkstein abgelagerten und unmittelbar von Gyps umgebenen Schwefelablagerungen von Kchiuta (N. vom Dorfe Tschirgat), Ostdagestan, von schwefelwasserstoffhaltigen Quellen gebildet. Der den Kalkstein umgebende Mergel ist da, wo er mit dem Schwefel sich berührt, oft ziemlich weithin in Alaun umgewandelt. Der Gyps ist Produkt der Einwirkung des Schwefelwasserstoffs.[4])

Quellwasser mit vorzugsweise Metalloxyd- und Thonerdesulfaten.

Die durch die Verwitterung der Schwefelmetalle, namentlich der Eisensulfurete, entstehenden Metalloxydsulfate und die durch Einwirkung der dabei entstandenen Schwefelsäure auf die Umgebung hervorgebrachten Sulfate finden sich in Quellen und Grubenwässern,[5]) oft neben freier Schwefelsäure (s. S. 102). Das Vorkommen dieser Lösungen setzt fast vollständige Abwesenheit löslicher Karbonate (wie des Kalkes und der Magnesia) voraus, welche die Metalloxydsulfate entweder ausfällen oder in Karbonate umwandeln würden. Daraus erklärt sich das sparsame Vorkommen dieser Wässer, ihr kurzer Lauf und ihre zu verschiedenen Zeiten verschiedene Zusammensetzung.

Ausser Metalloxydsulfaten und Sulfaten, deren Basen der Umgebung entnommen sind, wie Thonerde, Kalk, Magnesia, Alkali u. s. w. finden sich neben freier Schwefelsäure (und bisweilen freier Salzsäure) Chloride, Kieselsäure, organische Substanzen, Ammoniaksalze, Nitrate, Eisenarseniat und Kalkphosphat. Neben den angeführten Quellen sind noch anzuführen die Alaunwasser von Bukowina, Niederschlesien (mit $3{,}6$ Thonerde- und $3{,}8$ Eisenoxydulsulfat); Stecknitz, Böhmen; Krembs, Niederösterreich;[6]) die Vitriolwasser von Nitom, Insel Wight; Vlotho; Mssno, Böhmen;[6]) Muskau; Vicar's Bridge bei Dollar, Clackmannanshire, Schottland.[7]) Kiesreiche Dacite bei Parad, Ungarn, liefern

[1]) Mem. R. Comit. geol. d'Italia. I. 1871 und II. 1873. Vergl. Hoffmann in Karsten und v. Dechen. Archiv. etc. 13. 280 und ff. 1839. — [2]) vom Rath. Jahrb. Miner. 1873. 598. — [3]) ib. 587. — [4]) Jahrb. Miner. 1875. 50. — [5]) Vergl. Poleck und Bretschneider. Aus oberschlesischen Kohlengruben in Strecker. Jahresber. Chem. f. 1869. 1286. How. l. c. Baker. Empire mine, Penn., in Fittica. Jahresber. Chem. f. 1875. 1306. Hayes. Mercer Co., Westvirginien. ib. u. s. w. — [6]) Hausmann. Miner. 1. 338—340. — [7]) Connell. Edinb. new phil. J. 1831. 284.

nach Kletzinsky ein an Eisenvitriol reiches Wasser, das neben Sulfaten von Thonerde, Magnesia und Kali auch Barytsulfat enthält.[1]) In Hardin Co., Süd-Osttexas, liegt nach Rössler ein Sauersee (Sour lake), dessen Gehalt an Schwefelsäure und Alaun durch den Schwefelkies der miocänen Thone und Mergel der Umgebung bedingt wird.[2])

Die Quellen von Ronneby, Schweden (s. Analyse 1), untersuchte schon 1827 Berzelius mit etwas abweichenden Resultaten. Das damals gefundene Zinkoxydsulfat konnte Hamberg später nicht nachweisen. Die Badequelle von Alexisbad (s. Analyse 2) fliesst aus einem verlassenen Stollen, der, im Grauwackenschiefer angesetzt, einen an Eisenkies reichen Gang durchschneidet. Die Quellen von Cransac entspringen aus kiesigen Schiefern (s. Analyse 3). Die Quellen bei Trefriw, Nordwales (s. 5), entspringen aus Bala- oder Caradoc-schichten, welche stark gebrochen und gestört sind. Gerade über den Quellen liegt eine Eisenkiesgrube. Hassall fand 1871 (l. c.) einen Gesammtrückstand von 69,709.

Die aus kiesigen Schiefern NW. von Lexington, Virginia, entspringenden Rockbridge-Alaunquellen enthalten nach Hardin's Analyse (s. 6) in 100 ihrer festen Bestandtheile etwa 75 pCt. Thonerdesulfat und bis 7 pCt. freie Schwefelsäure, da Menge und Beschaffenheit des Inhalts je nach der Witterung stark wechselt.

1. Eckholtzquelle, Ronneby, Schweden. Temp. 6,1°. Sonstiges: Jod- und Brommagnesium. Spuren von Salpetersäure, Phosphorsäure, Ameisensäure, Propionsäure. Zink war nicht nachzuweisen. Mai 1858 geschöpft. Im Mai 1859 war der Abdampfungsrückstand beträchtlich höher; sp. G. 1,00556.

   Hamberg. J. pr. Chem. 80. 396. 1860.

2. Badequelle, Alexisbad. Das Wasser reagirt sauer, freie Kohlensäure ist nicht nachweisbar; sp. G. 1,0076. Temp. 8,1°.

   Th. Pusch. Strecker. Jahresber. Chem. f. 1869. 1284.

   In dem Ocker der Quelle konnte Rammelsberg (Pogg. Ann. 72. 571) Arsen (1,019 pCt.), Kupfer und Zinn nachweisen, Bley auch Antimon.

3. Source du Fraysse, Cransac, Dép. de l'Aveyron.

   O. Henry. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1850. 628.

   Aehnliche Analysen anderer dortiger Quellen ebenda.

4. Civillina, Venezien.

   Spuren von Lithion, Baryt, Strontian, Zink-, Blei- und Zinnoxyd, Phosphor- und Salpetersäure, Fluor und organischer Substanz.

   G. Bizio. Will. Jahresber. Chem. f. 1865. 940 aus Atti dell' Ist. Veneto (3) XI.

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 18. 518. 1868. — [2]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1876. 227. Das Wasser ist schon wegen seines Petroleumgehaltes ungeniessbar. Vergl. Mallet in Jahresber. Chem. f. 1872. 178 und 1190.

5. Trefriw, Nordwales, zwischen Conway und Llanrwst. Temp. 11° C. bei 15,5° Lufttemperatur; sp. G. 1,00716. Für 0,155 Thonerde fehlt Säure.
   Th. Carnelley. Chem. News. Vol. 31. No. 790. p. 28. 1875 und Mem. liter. and philosoph. Soc. Manchester 5. 556. 1876.
6. Rockbridge County, Virginia. Temp. 12,5°; sp. G. 1,00174. Spuren von Arsen, Antimon, Fluorcalcium.
   M. B. Hardin. Alex. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1874. 1337.
7. Hertfellquelle, 8 Kilometer von Moffat, Schottland. Temp. 9,4° bei 13,3° Lufttemperatur; sp. G. 1,000386.
   W. Johnstone. Fittica. Jahresber. Chem. f. 1875. 1301.

10000 Theile Wasser enthalten	1	2	3	4	5	6	7
Freie Schwefelsäure	1,052	—	—	2,204	—	5,260	—
Schwefels. Eisenoxydul	24,961	0,563	0,45	25,041	40,904	—	2,109
Schwefels. Eisenoxyd	—	—	—	—	—	3,587	—
Schwefels. Manganoxydul	1,442	0,251	1,50	0,102	Spur	2,356	Spur
Schwefels. Zinkoxyd	—	—	—	—	—	0,373	—
Schwefels. Kobaltoxyd	0,070	—	—	Spur	—	0,139	—
Schwefels. Nickeloxyd	0,070	—	—	Spur	—	0,384	—
Schwefels. Bleioxyd	—	—	—	—	0,012	Spur	—
Schwefels. Kupferoxyd	—	—	—	0,019	—	0,178	—
Schwefels. Thonerde	15,038	—	3,68	7,751	13,589	124,139	1,970
Schwefels. Magnesia	1,813	0,601	4,79	8,006	6,703	12,626	0,233
Schwefels. Kalk	4,702	1,033	4,99	8,802	9,223	3,971	0,352
Schwefels. Natron	1,389	0,228	2,40	0,202	0,499	0,059	0,048
Schwefels. Kali	0,267	—	—	0,122	0,703	0,302	Spur
Schwefels. Lithion	—	—	—	—	—	0,056	—
Schwefels. Ammoniak	1,099	—	—	0,138	—	—	—
Eisenchlorür	—	1,047	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,951	0,122	0,11	—	—	—	—
Chlornatrium	—	—	—	0,045	0,194	0,244	0,050
Arsensaures Eisenoxyd	—	—	—	0,078	—	—	—
Kieselsäure	0,963	0,195	0,10	0,316	1,570	7,520	0,050
Phosphat von Kalk a, von Thonerde b	—	—	—	—	0,032 b	0,089 a	—
Kalkkarbonat	—	—	—	—	—	—	0,280
Magnesiakarbonat	—	—	—	—	—	—	0,121
Eisenoxydulkarbonat	—	—	—	—	—	—	0,240
Organische Substanz	0,197	0,775	—	—	—	Spur	0,022
Quell-, Quellsatzsäure	0,186	—	—	—	—	—	—
Nitrate (Natron, Ammoniak)	—	—	—	—	0,123	Spur	—
Sonstiges	0,072	—	—	—	0,155	—	—
Summa	54,272	4,815	18,02	52,826	73,707	161,283	5,475

Quellwasser

mit freier Schwefelsäure, welche aus Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure entstand, und mit freier Salzsäure.

Eine zweite Gruppe Quellwasser und Wasseransammlungen mit freier Schwefelsäure findet sich da, wo Schwefelwasserstoff oder schweflige Säure durch Oxydation Schwefelsäure liefern, welche nicht mit Basen sich verband.

Ein Theil derselben, ausgezeichnet durch Gehalt an Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen, entsteht wohl aus reduzirten Sulfaten, vorzugsweise Gyps. Dahin gehört die Analyse No. 2; die Zusammensetzung wechselt, wie eine frühere Analyse von Croft[1]) zeigt. Diese nicht thermalen Wässer Canada's, von denen Hunt noch mehrere Beispiele anführt, entspringen aus ungestörtem Silur, welches Gypslagen enthält. Aehnliches gilt von Analyse No. 1.

Ein anderer Theil entsteht aus den Exhalationen von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure in Vulkanen und Solfataren. Bisweilen wird die freie Schwefelsäure von freier Salzsäure begleitet oder es findet sich neben Sulfaten und Chloriden freie Salzsäure. Bei stagnirenden Kraterseen steigt die Summe des aus der Umgebung Ausgelaugten sehr hoch. Auch Schwefel findet sich suspendirt. Sulfate, Chloride, Kieselsäure, Phosphate finden sich in verschiedenen Verhältnissen (s. Analysen 3, 4, 5).

1000 Theile enthalten	1	2	3	4	5
Schwefelsäure	2,0070	3,5016	2,994	—	—
Salzsäure	—	—	0,456	8,11	103,890
Schwefelsaures Kali	0,0822	0,0608	—	0,15	2,095
Schwefelsaures Natron	0,0945	0,0502	—	0,76	3,689
Schwefelsauren Kalk	1,1161	0,7752	0,340	1,26	12,393
Schwefelsaure Magnesia	0,5305	0,1539	0,960	0,81	1,894
Schwefelsaure Thonerde	0,3232	0,4681	1,665	3,26	3,546
Schwefelsaures Eisenoxydul	0,4266	0,3638	0,346	—	—
Chlornatrium	0,0684	—	0,679	—	—
Chlormagnesium	—	—	—	—	0,657
Eisenchlorid	—	—	—	2,44	27,567
Chloraluminium	—	—	—	1,35	—
Kieselsäure	0,0363	—	0,183	0,06	0,052
Phosphorsäure	—	Spur	—	Spur	2,968
Organische Substanz	—	Spur	—	—	—
Summa	4,6848	5,3736	7,623	18,20	158,061

1. Oak Orchard, Alabama, Genesee Co., New-York; sp. G. 1,00482. W. J. Craw in Dana Miner. 614.

[1]) Logan. Geol. of Canada. 546.

2, Sour spring, Tuscarora, 9 Miles S. von Brantford, Canada; sp. G. 1,00558. Keine Chloride.

T. St. Hunt. Logan. Geology of Canada 545. October 1847 geschöpft.

3. Therme (69,4°) in 3800 m Meereshöhe, am Paramo de Ruiz, Neu-Granada; sp. G. 1,0073. (Nach den Einzelbestandtheilen berechnet.)

Lewy. Compt. rend. 78. 461. 1874.

4. Saurer Bach Sungi Paït, der unterhalb des Kratersees des Vulkans Idjen (Widodarin), Ostjava, zu Tage tritt; sp. G, 1,0118 bei 16°; Abdampfrückstand bei 100° 1,596 pCt. Spektralanalytisch Lithion.

Flückiger. Aus Bern. Naturf. Ges. 1862. 17 in Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 820.

5. Heisser See der vulkanischen Insel White Island, in der Plenty-Bay an der Ostküste der nördlichen Insel von Neu-Seeland. Spuren von Mangan und Borsäure; sp. G. 1,0826. Rückstand direkt bestimmt: 157,31.

du Ponteil. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1855. 831.

In 1000 Theilen Wasser der Solfatara von Pozzuoli fand de Luca[1]) I. Die Schwefelsäure ist zum Theil frei; ausserdem Spuren von Mn, As und organischer Substanz. Im Wasser des Rio Vinagre am Puracé, unterhalb des Wasserfalls bei San Antonio fand Boussingault[2]) II. Im Krater des Popocatepetl geschöpftes saures Wasser, das die Condensationsprodukte der Fumarolen enthielt, lieferte Lefort[3]) die Analyse III. Das Wasser ist grünlichgelb durch suspendirten Schwefel und enthält neben Spur Arsen, Jod, Brom, Phosphorsäure eine merkliche Menge organischer Substanz. Von der Salzsäure war 1 pCt. vom Gewicht des Wassers im freien Zustande vorhanden.

	I.	II.	III.
SO^3	1,1730	1,1000	3,643
Cl H	0,0087	1,2117	11,009
Al^2O^3	0,3350	0,4028	2,080
Fe O	0,1105	—	0,078
Mg O	0,0225	—	Spur
Ca O	0,1010	0,1333	Spur
K^2O	0,0170	—	—
Na^2O	Spur	0,1232	0,699
Am^2O	0,0135	—	Spur
SiO^2	0,3150	0,0237	Spur
	2,3962	2,9947	17,501

Ausser dem unter 4 angeführten sauren Bach erwähnt Junghuhn noch 10 saure Bäche und Kraterseen auf Java, zum Theil mit Schwefelabsatz; so am Gunung Patua, Telagabodas, Tangkubanprau, Kelut u. s. w.[4])

[1]) Jahresber. Chem. f. 1870. 1389. Abweichende Analyse bei Lefort. l. c. — [2]) Compt. rend. 78. 456. 1874. — [3]) Jahresb. Chem. f. 1863. 881 und Compt. rend. 56. 909. — [4]) Java etc. Uebersetzt von Hasskarl. II. 133 und 902.

Wasser von Flüssen und Seen als erweiterten Flussbetten.[1])

Der Gehalt der Quellen an gelösten festen Bestandtheilen findet sich wieder in Bächen und Flüssen, unterliegt aber in den letzteren je nach der Jahreszeit grossen Schwankungen. Die Menge des Gelösten sinkt, wenn Regen und Schneewasser, welche rasch auf der Oberfläche hinfliessend weniger lösen als Quellwasser, mehr betragen als letzteres. In der trockenen Jahreszeit im Sommer, und im Winter, wenn unter dem mit Schnee und Eis bedeckten Boden vorzugsweise die Quellen die Flüsse speisen, ist der Gehalt am grössten; er sinkt in der nassen Jahreszeit und nach Regenfall. Wie bedeutend diese Schwankungen an derselben Stelle sein können, zeigen die Seite 456 von Rhein und Rhone, namentlich vom Chélif angeführten Zahlen, und die Beobachtungen an der Themse, Saale, Arve, am Nil, an der Moldau, im Pregel u. s. w. Nach H. Witt[2]) schwankt im Laufe eines Jahres (Mai 1855 bis Mai 1856) der Gehalt des Gelösten in der Themse (W. von London) bei Kingston für 10 000 Theile Wasser zwischen 2,379 und 3,158; bei Chelsea zwischen 3,231 und 5,803. In der Saale bei Jena wechselt nach Reichardt[3]) dieselbe Menge von 0,8 bis 3,12 und die Menge des Kalkes (nicht Kalkkarbonates) von 0,169 bis 0,896, der Salpetersäure von 0,011 bis 0,065. Tingry fand in der Arve, welche alle Gletscherwasser des Chamounithales aufnimmt, im August 1,28, im Februar 2,43 Festes.[4]) Wanklyn[5]) fand im Nilwasser am 12. December 1874 in der Gallone 9,0 Grains, am 13. Mai 1875 22,0 Grains Festes. Belohoubek gibt für Moldauwasser bei Prag die Schwankung des festen Rückstandes für 10 000 Theile Wasser von 0,416—0,910 an, wobei die Hauptschwankung im Gypsgehalt liegt.[6]) G. Werther fand im Wasser des Pregels, geschöpft vor dem Eintritt in Königsberg, zwischen November 1865 bis November 1866 für 10 000 Theile 1,83 bis 12,93 Theile Verdampfungsrückstand, darin 0,661 bis 1,945 Theile Kalkkarbonat.[7])

Dazu kommen noch bei manchen Flüssen die durch Ebbe und Fluth bedingten Verschiedenheiten.[8]) Da ferner bei ruhigem und theilweisem Gefrieren der flüssig bleibende Theil die concentrirtere Lösung darstellt, so sind die Flüsse, wenn sie mit Eis treiben, reicher an festen Bestandtheilen als gewöhnlich. Bolley[9]) fand 1870 in dem zu gleicher Zeit geschöpften und filtrirten Wasser des Zürcher Sees 1,28, im filtrirten Eiswasser nur 0,26 Rückstand für 10 000 Theile. (Folgt Tabelle, siehe Seite 456 und 457.)

[1]) Untersuchungen anderer Süsswasserseen liegen nur sehr sparsam vor. — [2]) Phil. Mag. (4) 12. 114. 1856. Die Menge der suspendirten organischen und unorganischen Substanzen schwankte in derselben Zeit bei Kingston zwischen 0,63 bis 0,167, bei Chelsea zwischen 4,307 und 6,714. — [3]) Arch. Pharm. (3) 4. 204. 1874. — [4]) Bischof. Chem. Geol. I. 277. Tingry fand in 10000 Th. des Wassers des Genfer Sees (Studer. Lehrb. phys. Geogr. und Geognosie. I. 73. 1844) 1,574 Festes; Rissler und Walther (Bull. soc. Vaud. (2) 12. 175) am 18. September 1872 in 10000 Th. Wasser, zwischen Nyon und Nernier geschöpft, 1,700 Rückstand, darunter 0,016 Kieselsäure. — [5]) Chem. news. 32. 207. Vergl. Houzeau. Jahresber. Chem. f. 1869. 1292. — [6]) Sitzungsber. böhm. Ges. d. Wissensch. in Prag. 1876. 32. Stolba (ib. 1873. 339) fand am 11. Juni 1878 im Moldauwasser bei Prag 0,6780 Rückstand. — [7]) J. pr. Chem. 100. 499. 1867. — [8]) Herapath (Chem. Gaz. 1848) fand im Wasser der Exe bei Exeter in 1,634 Festem 0,606 Chlornatrium, fast 40 pCt. des Gelösten, und 0,434 Kalksulfat. Das Flusswasser war mit Meerwasser gemischt. — [9]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1870. 1378.

1. Rhein, Basel. Herbst.
   Pagenstecher in Bischof. Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers. 1837. 124.

2. Rhein, Strassburg.
   Deville. Ann. ch. phys. (3) 23. 42. 1848.

3. Rhein, Bonn. 1852. Der Rhein war sehr niedrig, das Wasser von normaler Klarheit.
   G. Bischof. Chem. Geol. I. 271.

4. Rhein, Cöln. Am 21. October 1870 oberhalb der Stadt (des Bayenthurms) bei sehr niedrigem Wasserstand. Suspendirt $0,_{1222}$ Theile.

5. Rhein, Cöln. Am 8. November 1870 ebenda bei hohem Wasserstand. Suspendirt $1,_{4974}$ Theile.

6. Rhein, Cöln. Am 21. October 1870 unterhalb der Stadt (des Thürmchens) bei sehr niedrigem Wasserstand. Suspendirt $0,_{8829}$ Theile.

7. Rhein, Cöln. Am 8. November 1870 ebenda bei hohem Wasserstand. Suspendirt $1,_{1666}$ Theile.
   4—7. Vohl. Dingler. Polytechn. Journ. 199. 316. 1871. Daselbst noch drei Analysen.

8. Maas, Grave. Bei Bischof. Chem. Geol. I. 272 noch 4 Analysen nach Chandelon.
   Gunning. J. pr. Chem. 61. 145. 1854.

9. Main, oberhalb Offenbach; 10. unterhalb Offenbach.
   Merz. Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 987.

11. Spree, Berlin. Vor dem Eintritt in die Stadt, deutlich gelb gefärbt.

12. Spree, zwischen Charlottenburg und Spandau. Gelb gefärbt.
    11. und 12. Finkener in Veitmeyer. Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin. 1871. 347 und 349.

13. Weichsel, Culm. Abdampfrückstand hellbraun; Temp. des Wassers beim Schöpfen 0^0, Wasserstand 5 Fuss 7 Zoll, 4. März 1853. Schwebende Theile $0,_{582}$.
    Bischof. Chem. Geol. I. 275.

14. Lütschine, Grindelwald. Herbst. Ende October 1835 am Eisgewölbe des unteren Grindelwaldgletschers geschöpft. Vollkommen klar. Wahrscheinlich blos Quellwasser, nicht von geschmolzenem Eis herrührend. Die Lütschine fliesst in die Aar. Unterlage Kalkstein.
    Pagenstecher in Bischof. Wärmelehre u. s. w. 1837. 124.

15. Aar, Bern. Herbst. Vollkommen klar, kein Bodensatz nach 24 Stunden.
    Pagenstecher ib. 124.

16. Zürcher See. Januar 1857 bei sehr niedrigem Wasserstande geschöpft. Jod, Spur; sp. G. $1,_{000154}$.
    Moldenhauer. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1857. 724.

In 10 000 Theilen Wasser	1 Rhein, Basel. Herbst.	2 Rhein, Strassburg.	3 Rhein, Bonn. März 1852.	4 Rhein, Cöln. 1870.	5 Rhein, Cöln. 1870.	6 Rhein, Cöln. 1870.	7 Rhein, Cöln. 1870.	8 Maas, Grave.	9 Main, Offenbach.
Kalkkarbonat . . .	1,2792	1,356	0,946	1,0937	0,5237	1,2344	1,0868	0,720	0,7546
Magnesiakarbonat. .	0,1351	0,050	0,065	0,4313	0,0907	0,4313	0,4338	0,005	0,4809
Kalksulfat	0,1214	0,147	0,238	0,3326	0,1576	0,3910	0,3918	0,048	0,3296
Magnesiasulfat. . .	0,0393	—	0,181	—	—	—	—	0,072	—
Natronsulfat . . .	0,0184	0,135	0,016	—	—	—	—	—	0,0987
Kalisulfat	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlornatrium . . .	} 0,0149	0,090	0,145	0,0407	0,1628	0,1425	0,1425	0,235	0,0692
Chlorkalium. . . .	}	—	—	Spur	Spur	0,0006	Spur	—	Spur
Chlormagnesium . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0891
Kieselsäure	0,0208	0,488	0,089	0,0040	0,0020	0,0041	0,0021	0,022	0,0440
Kalisilikat	—	—	—	—	—	—	—	0,090	—
Eisenoxydulkarbonat.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0079
Eisenoxyd	Spur	0,056	0,028	0,0012	0,0012	Spur	0,0012	} 0,005	—
Thonerde	Spur	0,025	—	0,0010	0,0008	—	0,0010	}	0,0042
Nitrate	—	0,038a	—	Spur	Spur	Spur	Spur	0,059b	Spur
Ammoniakkarbonat .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure . . .	—	—	—	0,0061	Spur	0,0083	Spur	—	Spur
Organische Substanz .	0,0327	—	—	0,5198	0,6399	0,0055	0,5180	—	0,0800
Summa . .	1,6618	2,317	1,708	2,4304	1,5787	2,2182	2,5772	1,256	2,3982

a. Kalinitrat. b. Salze mit organischen Säuren.

In 10 000 Theilen Wasser	22 Rhone, Lyon. Febr.	23 Isère, Grenoble. Juli.	24 Loire, Orléans.	25 Doubs, Riotte.	26 Seine, Bercy.	27 Vesle, Château d'eau.	28 Dee, Aberdeen.	29 Don, Aberdeen.	30 Lough Neagh.	31 Themse, Thames Ditton.
Kalkkarbonat . . .	1,500	1,037	0,481	1,910	1,655	1,6548	0,121	0,311	0,6837	1,684
Magnesiakarbonat. .	—	0,025	0,061	0,023	0,027	—	—	—	0,0709	0,181
Kalksulfat	0,200	0,208	—	—	0,269	—	0,017	0,024	—	0,437
Magnesiasulfat . .	0,070	0,302	—	—	—	—	0,046	0,143	—	—
Natronsulfat . . .	—	} 0,090	0,034	0,051	—	—	—	—	0,2444	—
Kalisulfat	—	}	—	—	0,050	0,0268	—	—	—	0,024
Chlornatrium . . .	} 0,070	0,036	0,048	0,023	0,123	0,0562	} 0,096	} 0,189	0,2434	0,157
Chlorkalium. . . .	}	—	—	—	—	0,0220	}	}	—	0,096
Chlormagnesium . .	}	0,007	—	0,005	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	}	0,037	0,406	0,159	0,244	0,0182	0,020	0,086	0,0514	0,089
Kalisilikat	—	—	0,044	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxydulkarbonat.	—	Spur	0,146g	—	—	—	—	—	0,1483m	—
Eisenoxyd	—	—	0,055	0,030	0,025	0,0364	—	—	0,1039	} 0,013
Thonerde	—	0,035	0,071	0,021	0,005	0,0112	—	—	—	}
Nitrate	—	—	—	0,080h	0,146i	—	—	—	—	0,039
Ammoniakkarbonat .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure . . .	—	—	—	—	—	—	0,011 l	0,054 l	—	—
Organische Substanz .	—	—	—	—	—	0,0787 k	0,258	0,429	0,3034	0,397
Summa . .	1,840	1,777	1,346	2,302	2,544	1,9043	0,569	1,236	1,8494	3,047

g. Natronkarbonat. h. 0,041 salpeters. Kali; 0,039 Natronnitrat. i. 0,052 Magnesianitrat; 0,094 Natronnitrat. k. Salze mit organischen Säuren. l. Phosphate von Kalk und Eisenoxyd. m. Natronkarbonat.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Main, Offenbach.	Spree, Berlin.	Spree, Charlottenburg-Spandau.	Weichsel, Culm.	Lütschine, Grindelwald. Herbst.	Aar, Bern. Herbst.	Zürcher See.	Möll, Heiligenblut.	Oetz, Vent.	Cettinje, Dalmatien.	Rhone, Genf.	Rhone, Lyon. Juli.
0,7673	0,898	0,977	1,194	0,4053	1,5219	0,980	0,084	0,0450	0,0706	0,789	1,000
0,5137	0,095	0,128	0,190	0,0190	0,1682	0,210	0,035	0,0005	—	0,049	—
0,9153	0,031	0,070	0,103	0,2428	0,1377	0,042	Spur	0,1301	2,5538	0,466	0,060
—	—	—	0,120	0,1488	0,2601	—	Spur	Spur	—	0,063	Spur
Spur	0,110	0,101	—	0,0735	0,0086	0,069	Spur	—	—	0,074	—
—	0,073	0,106	—	—	—	0,063	Spur	—	—	—	—
0,2004	0,258	0,342	0,070	—	} 0,0029	—	} 0,009	0,0043	1,0174	0,017	Spur
Spur	—	—	0,013	—		—			1,0962	—	—
0,0544	—	—	—	—	—	0,013 d	—	—	0,9883	—	—
0,0550	0,060	0,082	0,080	0,0348	0,0269	0,029	0,072	0,0868	0,0350	0,238	Spur
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	} 0,003	0,011	} 0,011	Spur	Spur	Spur	0,042 e	—	—	—	—
0,0057				0,0095	Spur	—	Spur	Spur	—	0,039	—
Spur	0,044 c	0,034 c	—	—	—	Spur	—	—	—	0,085 f	—
—	0,028	0,073	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spur	—	—	—	—	—	Spur	—	—	—	—	—
0,1200	0,096	0,148	0,224	Spur	Spur	—	—	—	—	—	Spur
2,6393	1,696	2,072	2,005	0,9337	2,1263	1,406	0,242	0,2667	5,7633	1,820	1,060

c. Salpetersaures Ammoniak. d. Chlorcalcium. e. 0,032 Mn^2O^3 und 0,010 Fe^2O^3. f. 0,040 salpeters. Kali; 0,045 salpeters. Natron.

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Themse, Kew.	Themse, Barnes.	Themse, Red-House	Themse, Lambeth.	Dwina, Archangel.	Nil, Kairo.	Chélif, Algerien.				Delaware, Trenton.
1,557	1,420	1,326	1,284	0,2015	0,3438	1,000	0,940	2,543	1,500	0,223
0,167	0,166	0,154	0,206	0,4963	0,3081	0,030	0,045	0,403	0,280	0,152
0,466	0,683	0,801	0,427	0,5020	0,0665	15,560	10,758	0,963	2,720	0,032
—	—	—	—	—	—	13,700	7,785	1,006	1,980	—
0,026	—	—	—	—	—	7,360	—	4,240	—	—
0,087	0,069	—	0,136	—	—	—	—	—	—	—
0,200	0,269	0,210	0,279	0,3901	0,0555	28,690	30,716	2,836	5,120	0,018
—	—	0,079	—	0,1982	—	—	—	0,126 q	Spur	0,002
—	—	—	—	—	—	—	3,135	1,401	0,040	—
0,063	0,143	0,101	0,149	0,0325	0,3572 p	0,040	0,020	0,033	0,040	0,065
—	—	—	—	—	0,0767	—	—	—	—	0,029 r
—	—	—	—	0,0118	—	—	—	—	—	—
} 0,096	} 0,109	} 0,041	} 0,121	—	0,0817	0,020	0,020	0,096	0,140	0,005
				—	—	—	—	—	—	Spur
Spur	Spur	Spur	Spur	—	Spur	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,0325 n	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,0088 o	0,0075 o	—	—	—	—	0,025 s
0,430	0,393	0,340	0,370	Spur	0,1722	nicht bestimmt				0,680
3,101	3,252	3,052	2,972	1,8717	1,4192	66,400	53,419	13,647	11,820	0,680

n. Natronkarbonat. o. Kalkphosphat. p. Natronsilikat. q. Chlorcalcium. r. Kalikarbonat. s. Kalkphosphat.

17. Möll, Heiligenblut; 3844 Fuss Meereshöhe. Die Möll kommt aus dem Pasterzengletscher. Krystallinische Schiefer. Schwebende Theile 0,019.

18. Oetz, Vent; 5791 Fuss Meereshöhe. Die Oetz kommt aus dem Hintereis-, Hochjoch- und Vernagt-Gletscher. Krystallinische Schiefer. Schwebende Theile 0,0853.

17. und 18. H. und A. Schlagintweit in Bišchof. Chem. Geol. I. 275.

19. Cettinje, Podgoraje, Dalmatien. Aus Kalkterrain des Karst.
Vierthaler. Wien. Akad. Ber. (2) 56. 478. 1867.

20. Rhone, Genf. Am 30. April 1846 geschöpft.
Deville. Ann. ch. phys. (3) 23. 42. 1848.

21. Rhone, Lyon; Juli.
Boussingault in Bischof. Chem. Geol. I. 272.

22. Rhone, Lyon; Februar.
Dupasquier in Bischof. Chem. Geol. I. 272.

23. Isère, Grenoble; Juli. Die meisten Zuflüsse der Isère kommen aus krystallinischen Schiefern, welche reich sind an Dolomit, Gyps und Kiesen; l. c. 466.
Grange. Ann. ch. phys. (3) 24. 496. 1848.

24. Loire, Orléans. Unter der Brücke von Meung geschöpft.
Deville. Ann. ch. phys. (3) 23. 42. 1848.

25. Doubs, Riotte. Am 17. Januar 1845 geschöpft.
Deville l. c.

26. Seine, Bercy, flussabwärts Paris am 17. Juni 1846 geschöpft.
Deville. l. c. (cf. Poggiale. Jahresber. Chem. f. 1855. 832.)

27. Vesle, Château d'eau. Alle Brunnen- und Flusswässer der Gegend um Rheims sind frei von Magnesia. Am 23. Januar 1849 geschöpft.
Maumené. Compt. rend. 31. 276. 1850.
Daselbst noch zwei ähnliche Analysen der Vesle und eine der Suippe.

28. Dee, Aberdeen. Einige Miles oberhalb der Mündung nach heftigem Regen geschöpft. Die Quellen liegen im Granit.
J. Smith. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 662. Dee oberhalb Balmoral 0,152 Festes. Rivers pollution Commission. Sixth report. p. 421.

29. Don, Aberdeen. Eine Mile oberhalb der Mündung geschöpft. Wasser des Don, 35 Miles oberhalb der Mündung, enthält 0,714 Festes, davon 0,171 organische Substanz. Der Don fliesst über Granit und Kalkstein.
J. Smith l. c.

30. Lough Neagh, Nordost-Irland. An der Sandybay 100 Yards vom Ufer geschöpft. Wasser etwas trübe, reagirt alkalisch.
Hodges. Chem. News 30. 103. 1874.
Wie schon Bischof zeigte, hat die Beschaffenheit des Seewassers

mit den darin vorkommenden verkieselten Stämmen von Cupressoxylon Pritchardi Kraus nichts zu thun.

31. Themse, Thames Ditton.

32. Themse, Kew. Schwebende Theile $0,_{001}$.

33. Themse, Barnes. Schwebende Theile $0,_{003}$.

34. Themse, Red-House, Bettersea.

35. Themse, Lambeth. Schwebende Theile $0,_{161}$.

31—35. Im Winter geschöpft, W. von London. Graham, Miller, Hofmann. Chem. soc. quart. J. 4. 375. 1851.

36. Dwina, Archangel. Am 24. Juli (3. August) 1873 eine Werst oberhalb Archangel geschöpft.

C. Schmidt. Bull. Acad. St. Petersb. 20. 154. 1874.

37. Nil, zwei Stunden abwärts Kairo. Opalisirt nach wiederholtem Filtriren, setzt bei längerem Stehen Kieselsäure mit organischer Substanz, Kalk- und Magnesiasalzen ab.

Popp. Ann. Chem. Pharm. 155. 344. 1870.

38—41. Chélif, Algerien, von der Quelle absteigend.

38. Ksar-Boghari, 26. October 1855, vor dem Wachsen des Wasserstandes.

39. Ksar-Boghari, 29. October 1855, nach dem Wachsen des Wasserstandes.

40. Brücke El-Kantara, 20 km W von Milianah; 16. October 1848.

41. Orléansville, 8. Januar 1853.

Ville. Bull. géol. (2) 14. 352. 1857. (40 analysirt von de Marigny).

42. Delaware, Trenton, New-Jersey. September 1855.

H. Wurtz. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1857. 729.

Wie die mitgetheilten Analysen zeigen, welche die Zahl der vorhandenen bei weitem nicht erschöpfen,[1]) ist die Menge und die Beschaffenheit des Gelösten, abgesehen von den oben angegebenen Schwankungen und der verschiedenen Art die Bestandtheile zu gruppiren, im höchsten Grade ungleich. Die Wirkung der mineralogischen und geologischen Beschaffenheit des von den Quellen und Zuflüssen durchströmten Gebietes tritt deutlich hervor. Die Menge des Gelösten ist im Flusswasser viel geringer als im Quell- und Thermalwasser (s. Kap. XI). Von den mitgetheilten Analysen macht nur die Cettinje mit ihrem grossen Gypsgehalt und der Chélif, ein Wüstenfluss, welcher seinen Abfluss ins Meer findet, eine Ausnahme. Das Minimum des Gelösten liefern die Gletscherbäche Möll und Oetz (No. 17 und 18).

[1]) Bischof (Chem. Geol. I. 271 und ff.) gibt noch Analysen des Wassers der Donau bei Wien, der Elbe bei Hamburg, der Garonne bei Toulouse, der Themse, der Exe bei Exeter, der Weichsel bei Schwetz, der Marne, Therouenne, Gergogne, der Yonne bei Avallon, der Beuvronne, der Suippe, des Mississippi, Ottawa, St. Lorenz. Im Ganzen 54.

In fast allen Flüssen überwiegt in dem Gelösten Kalkkarbonat, welchem sich zunächst Kalksulfat, Chlornatrium, Karbonat und Sulfat von Magnesia, Kieselsäure anschliessen: es sind die verbreitetsten und löslichsten Bestandtheile der Gebirgsarten und die häufigsten Verwitterungsprodukte. Nur selten fehlt einer dieser Bestandtheile ganz. In den Flüssen der Gegend um Rheims No. 27. (Vesle, Suippe) fehlen nach Maumené die Magnesiasalze vollständig, weil die dortige Kreide keine Magnesia enthält. Wo die Flüsse durch Gypsgebiet fliessen, wie Bièvre, Beuvronne,[1]) Arve, Rhone im Oberlauf,[2]) steigt der Gypsgehalt und übertrifft bisweilen an Menge das Kalkkarbonat. Auch im Main (No. 9 und 10), welcher der Hauptsache nach durch ein Triasgebiet strömt, in der Cettinje (No. 19), der Oetz (No. 18), der Dwina (No. 36) und im Chélif (No. 38, 39, 41) ist mehr Gyps als Kalkkarbonat vorhanden. Für die Oetz ist die Schwefelsäure aus verwitterten Schwefelkiesen abzuleiten, und dadurch erklärt sich der Reichthum an Gyps. Das Stromgebiet der Dwina verzweigt sich östlich in die Permischen Gyps- und Salzdistrikte, daher der grosse Gehalt an Gyps, Magnesiakarbonat, Chlornatrium und namentlich Chlorkalium.

Mit wenigen Ausnahmen (Main, Dwina, Nil, Delaware, Moldau,[3]) Dniepr[4]) tritt Magnesiakarbonat zurück, noch mehr als in den Thermen und den nicht aus Dolomiten entspringenden Quellen. Auch Chlornatrium bildet nur selten (Cettinje, Chélif), und zwar da, wo Gyps in grosser Menge auftritt, mehr als einen kleinen Bruchtheil des Gelösten. Einen noch geringeren Antheil bildet die Kieselsäure,[5]) welche zum Theil als Silikat angegeben wird. In allen mitgetheilten Analysen tritt das Kali sehr bedeutend gegen das Natron zurück. In den von Johnson[6]) angestellten Analysen des Wassers des Regens bei Zwiesel und der Ilz (oberhalb Hals bei Passau) überwiegt Kali gegen Natron und Kieselsäure gegen Natron. Das Wasser dieser Flüsse hatte bis zu der Stelle, wo es geschöpft wurde, nur Gneiss und Granit berührt. Eisenoxyd, Thonerde, Phosphate bilden überall sehr untergeordnete Mengen. Nitrate, Salze mit organischen Säuren, kohlensaures Ammoniak, organische Substanz stammen meist aus der Dammerde und den Abflüssen der Städte. Wie weit diese das Flusswasser verschlechtern,[7]) zeigen No. 4 bis 12. Die Menge der organischen Substanzen steigt bisweilen sehr hoch. Im Rhein (No. 5) beträgt sie 40, im Dee (No 28) 45 pCt. des Festen. Das Wasser des Dee enthält nach Abzug der organischen Substanzen nur 0,309 Festes.[8])

[1]) Nach Colin (Bischof. l. c.) enthält das Bièvrewasser unter 0,508 Festem 0,251 Kalksulfat (= 50 pCt.), das Beuvronnewasser unter 0,545 Festem 0,203 Kalksulfat (= 40 pCt.) neben reichlichem Kalkkarbonat bei Fehlen aller Magnesiasalze. — [2]) Studer. Geolog. der Schweiz. 1. 411. Arve mit 0,65 Kalksulfat in 2,43 Festem. — [3]) Stolba (l. c.) fand in 0,6780 Festem 0,1150 Kalk- und 0,1029 Magnesiakarbonat = 100 : 89,5. — [4]) Nach Guillemin (Bull. géol. (2) 17. 234. 1860) in 2,3413 Festem 0,9156 Kalk- und 0,3325 Magnesiakarbonat = 100 : 36,3. — [5]) In Deville's Analysen ist der Kieselsäuregehalt sehr hoch. Für die Loire beträgt SiO^2 30 pCt. des Festen, ebenso in Oetz und Möll. — [6]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1855. 709. Dasselbe gilt für den 3345 Fuss hoch gelegenen Rachelsee, Bayrischer Wald. — [7]) Donau bei Wien. s. Jahrb. geol. Reichsanst. 12. Verhandl. 35. 1861. — [8]) Das Wasser der grösseren Seen Schwedens ist arm am Festen; nach Almen (Jahresber. Chem. f. 1871. 1223) beträgt es im Wenernsee 0,362, im Wetternsee 0,517 Th. für 10000 Th. Wasser. Nach Mendius im Starnberger Seewasser nur 0,501 Th. Festes (Jahresber. Chem. f. 1856. 765).

Das vor der Regenzeit gesammelte Wasser des Chélif (No. 38) hat einen auffallend hohen Gehalt an festen Bestandtheilen, zunächst von Kochsalz und Gyps. Sie werden den aus quaternären Ablagerungen bestehenden Ebenen entnommen, in welchen im Sommer Salze, vorzugsweise Chlornatrium und Sulfate auswittern, da Lagen von erdigem Gyps reichlich vorhanden sind und Kochsalz im Erdreich verbreitet ist. Während der Chélif in No. 38 höchstens 1 Liter Wasser in der Sekunde vorüberführte, betrug die Wassermenge nach dem Wachsen des Flusses 100 cbm in der Sekunde, und jeder Kubikmeter Wasser hielt 20 kg erdiger Substanzen suspendirt. Der Gehalt an Chlornatrium ist höher, der an Sulfaten geringer, weil das schnell über den Boden fliessende Regenwassser leichter Chlornatrium als Gyps löst. Erst in No. 40 nach Aufnahme zahlreicher Zuflüsse, die aus sekundären und mitteltertiären Formationen stammen, fällt der Gehalt an festen Bestandtheilen, die Menge der Karbonate steigt, Chloride und Sulfate vermindern sich. In No. 41, nach Aufnahme weiterer Zuflüsse aus sekundären Formationen, sinkt der Gehalt an festen Bestandtheilen noch weiter, wenngleich er im Verhältniss zu anderen Flusswässern immer noch sehr hoch ist; Sulfate und Karbonate sind noch weiter gefallen, Chloride um etwas gestiegen.

Von folgenden Flüssen, die im Kalkgebirge entspringen, führt Bischof[1]) den Gehalt an Kalkkarbonat an: in 10000 Thl. enthalten Ammer $4{,}_{8}$; Neckar $4{,}_{56}$; Pader $2{,}_{53}$; Lippe $2{,}_{26}$; Alme $1{,}_{80}$. Die Wiesent a, und Pütlach b, Fränkische Schweiz, in weissem und braunem Jura strömend, enthalten nach Gorup-Besanez[2]) a $1{,}_{864}$ $Ca\,O\,C\,O^2$, $0{,}_{792}$ $Mg\,O\,C\,O^2$; b $1{,}_{774}$ $Ca\,O\,C\,O^2$ und $0{,}_{852}$ $Mg\,O\,C\,O^2$, und ihrem Quellgebiet entsprechend relativ viel Magnesiakarbonat, aber im Verhältniss zu Kalkkarbonat noch weniger als der Main No. 9 und 10, wo auf 100 Kalkkarbonat 66 Magnesiakarbonat kommen.

Zum grössten Theil können die im Meerwasser vorhandenen Stoffe im Flusswasser vorausgesetzt werden, aber die wegen der geringen Mengen der Stoffe nur spektralanalytisch anzustellenden Untersuchungen liegen nur sparsam vor. Dibbits fand in allen von ihm spektralanalytisch untersuchten niederländischen Brunnen- und Flusswassern Lithium und Strontium, aber Baryum nur im Wasser der Maas; selbst im Abdampfrückstand von 1632 Liter Rheinwasser konnte er kein Baryum, Caesium und Rubidium, wohl Lithium und Strontium nachweisen.[3]) Auch im Themsewasser fanden A. und F. Dupré spektralanalytisch Lithium und Strontium.[4])

So geringfügig auf den ersten Blick die von den Flüssen in Lösung dem Meere zugeführten Stoffe erscheinen (etwa $^1/_{6000}$ der Wassermenge), so wird ihre Masse durch die Wassermenge der Flüsse dennoch eine sehr bedeutende, und dazu kommt die Länge der Zeit! In 6000 Jahren bringen sie so viel Gewichtstheile Festes in's Meer als das Gewicht ihrer Wassermasse beträgt.

Beträgt unter anderen Angaben[5]) die bei Basel in dem Rhein abfliessende

[1]) Chem. Geol. I. 280. — [2]) Ann. Chem. Pharm. Suppl. 8. 233. 1871. s. S. 72 und 441. — [3]) J. pr. Chem. 92. 38. 1864. — [4]) Phil. Mag. (4) 20. 373. 1860. — [5]) Studer. Physik. Geogr. I. 115.

Wassermasse stündlich 112 Millionen Kubikfuss; die bei Siout im Nil stündlich abfliessende Wassermasse bei niedrigem Wasserstande 2,5, bei hohem Wasserstande 37 bis 40 Millionen Kubikmeter, die in der Seine bei Paris 14 Millionen Kubikfuss, die des Ganges bei Sicligully 1800 Millionen englische Kubikfuss, die des Missisippi 19,80 Millionen Kubikfuss, so sieht man, welche Massen von Gelöstem jährlich dem Meere zufliessen. Für die Themse giebt Prestwich[1]) folgende spezielle Zahlen. Das Themsewasser flussabwärts Kingston enthält nach vielfachen Analysen im Mittel in der Gallone (70000 Grains) 20,82 Grains festen Rückstand; nach Abzug von 1,68 Grains für organische Substanz und Suspendirtes bleiben 19,14 Grains übrig (für 10000 Theile 2,734), dem Durchschnitt von No. 31 bis 35 ohne organische Substanz berechnet = 2,711 (s. S. 457). entsprechend. Führt die Themse bei Kingston täglich 1250 Millionen Gallons Wasser vorbei, so entsprechen dieser Wassermasse 1502 Tons (à 2400 Pfund) täglich an gelöster Substanz, demnach 548230 Tons jährlich, darunter etwa 300000 Tons Kalkkarbonat. Rechnet man die Ton Kalkstein zu 15 Kubikfuss, die Oberfläche des Quellgebietes der Themse oberhalb Kingston, so weit es aus Kreide- und Juraschichten besteht, zu 2072 Quadratmiles, so werden diesem Gebiete jährlich 290905 Tons Kalkstein entzogen, also jeder Quadratmile 140 Tons, im Jahrhundert also 210000 Kubikfuss, d. h. $^9/_{100}$ Zoll der ganzen Oberfläche, und diese würde in 13200 Jahren einen Fuss verlieren.

Nach G. Schmidt passiren Prag im Laufe von 24 Stunden $146^{22}/_{25}$ Mill. Kubikfuss Moldauwasser, welche nach Stolba (l. c.) 41772,6 kg Kieselerde, 52262,2 kg Kalisulfat, 26502,4 kg Chlornatrium, 74123,3 kg Kalkkarbonat, 44232,6 kg Magnesiakarbonat enthalten. Breitenlohner berechnet, dass die Elbe aus ihrem 880 Quadratmeilen umfassenden Quellgebiet in Böhmen jährlich bei einer 6000 Millionen cbm betragenden Wassermasse fortführt an fixem Gelöstem 482 Millionen kg und $495^3/_4$ Millionen kg Suspendirtes.[2])

Berechnet man aus Rhein bei Bonn (No. 3), Weichsel (13), Rhone (22), Loire (24), Themse (35), Nil (37), St. Lawrence und Ottawa nach T. Sterry Hunt[3]) das Mittel des Festen, so erhält man

für 100 Theile	Mittel	Maximum	Minimum
Karbonate	60,1	81,5	45,9
Sulfate	9,9	18,9	2,5
Chloride	5,2	11,8	3,5
Sonstiges	24,8	45,5	—

und ohne Rücksicht auf die letztere Gruppe (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, organische Substanz u. s. w.) rund Karbonate 80 pCt., Sulfate 13 pCt., Chloride 7 pCt. Die Menge der Chloride, welche dem Meere durch die Flüsse zugeführt wird, ist relativ und absolut gering.

[1]) Quart. J. geol. Soc. 1872. LXVI. und LXVII. — [2]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1876. 174. — [3]) Logan. Geol. of Canada. 566.

Wasseransammlungen ohne Ablauf, Binnenseen.

In den Wasseransammlungen ohne Ablauf, den grösseren und kleineren Binnenseen, muss in Folge der Verdunstung der Gehalt an festen Bestandtheilen fortdauernd zunehmen. Ist das von den Zuflüssen durchströmte Gebiet reich an löslichen Salzen, so wird diese Zunahme rascher sein als in anderen Fällen. Ebenso hängt von der Menge des Zustroms und der Schnelligkeit der Verdunstung ab die spätere oder frühere Sättigung mit Löslichem, der Absatz des Gelösten oder das gänzliche Austrocknen. Wird durch irgend welche Ursache der Abfluss eines Süsswassersees gehemmt, so treten bei starker Verdunstung und schwächerem Zustrom dieselben Erscheinungen ein und ebenso bei Abschluss einzelner Meerestheile und Verdunstung des Salzwassers.

Man unterscheidet neben Süsswasserseen, deren Gehalt dem der Flusswässer entspricht, noch Salzseen (Hauptbestandtheil Chlornatrium, Chlormagnesium, Magnesia- und Kalksulfat); Natronseen (mit einem Gehalt an Natronkarbonat); Boraxseen mit einem Gehalt an Boraten. Bei weiten am häufigsten sind die Salzseen, besonders verbreitet in der aralokaspischen Depression und dem Gebiete der innerasiatischen Continentalströme, in der Krym, in Vorderasien, an der nordafrikanischen Küste, aber auch anderswo, in der Moldau, Wallachei, Australien u. s. w. vorhanden. In Amerika gehört unter anderen dahin der Greatsaltlake in Utah, die Salzseen des benachbarten Nevada und des dortigen Wüstengebietes. Nach Darwin[1]) sind Salzseen in Südamerika von 23° S.-Br. bis 50° S.-Br. vorhanden, aber nie auf Graniten. Die Steppe, die Pampas, trocken gelegter Boden alter salzhaltiger Binnenseen, die salz- und gypsführende Wüste, Gegenden mit unbedeckten salzhaltigen Gesteinen (seltener mit zu Tage tretendem Steinsalz) geben, verbunden mit Depressionen des Bodens oder in abgeschlossenen Thälern zwischen Bergketten ohne Unterschied der Höhenlage, Anlass zur Bildung von Salzseen. Sie finden sich vorzugsweise auf Gebieten, deren Oberfläche von jüngeren Formationen — Kreide bis Jetztzeit — gebildet wird.

Viel sparsamer als die Salzseen sind die Natronseen. In ihnen findet sich stets neben dem Natronkarbonat Chlornatrium und Natronsulfat. Das erstere entsteht meist durch Umsetzung von Natronsulfat (vielleicht auch Chlornatrium) mit Kalkkarbonat. Auslaugung vulkanischer Gesteine und Tuffe liefert einen anderen Theil des Natronkarbonates. Man kennt Natronseen in Kleinasien (Wansee, am grossen und kleinen Ararat), in Unterägypten (nach Russegger in einem von einem alten Nilarm gebildeten Thale NW. von Kairo[2]) und NO. von Kairo), in Oberägypten bei Theben, in Fezzan, in Ungarn (bei Debreczin und Szegedin), in Persien, in Indien, Tibet, Mexico, Venezuela (See bei Lagunilla, eine Tagereise von Merida), in Californien, Arizona (nach Wheeler), in Nevada.

[1]) Naturwissenschaftl. Reisen, übersetzt von Dieffenbach. I. 74. 1844. — [2]) Karsten und v. Dechen. Archiv etc. 16. 380. 1842. Salzführende Thone, darüber Sand der Wüste.

Nach Bischof gehört hierher auch der Laacher See. Das Natronkarbonat scheidet sich ab als Thermonatrit ($Na^2 O C O^2 + aq$); Soda ($Na^2 O CO^2 + 10 aq$); Trona (Urao = $2 Na^2 O + 3 CO^2 + 3 aq$), öft als Gemenge der beiden letzteren.[1]) Das Zusammenvorkommen mit Gaylussit ($Na^2 O CO^2 + Ca O C O^2 + 5 aq$) erklärt sich von selbst.

Boraxseen, die sparsamsten Binnenseen, kennt man in Tibet, Nepal, Persien. Californien, Nevada. Stets findet sich mit dem Borax Chlornatrium zusammen.

Auf eine vollständige Aufzählung der Binnenseen und Angabe ihres Gehaltes muss natürlich verzichtet werden.

Die Seen mit freier Säure, soweit diese durch Exhalationen der Vulkane und Solfataren entstehen, wurden bei den ähnlich zusammengesetzten Quellen angeführt (s. S. 453).

Das kaspische Meer.[2])

Die nordkaspische, jetzt unter dem Meeresniveau liegende Steppe zwischen Wolga und Ural war einst Boden des kaspischen Meeres, wie die dort vorkommenden kaspischen Muscheln und der Salzgehalt zeigen. Das kaspische Meer (mittleres Niveau $26{,}_{045} \pm 0{,}_{252}$ Meter unter dem Niveau des schwarzen Meeres, das Niveau hat von 1830 bis 1861 um $3{,}_8$ engl. Fuss abgenommen). welches 6200 Quadratmeilen bedeckt, ist also nicht ein Süsswassersee, der allmählich seinen Salzgehalt aus der angrenzenden Steppe erhalten hat. In der Steppe tritt stellenweise Salz älteren Ursprungs auf. Der Salzgehalt des kaspischen Meeres, welcher durch die Flüsse jetzt Zufuhr von Salz erhält, wahrscheinlich am stärksten aus dem transkaukasischen Salzboden, wenig aus der Wolga-Uralsteppe, steigt deshalb nicht, weil aus den vom jetzigen Strande abgeschiedenen Meerestheilen Salzseen[3]) und zuletzt Salzmulden entstehen: Punkte. wo das Wasser verdampft wird, so dass im Sommer nur festes Salz vorhanden ist. So an der Ostküste des kaspischen Meeres in dem durch einen schmalen flachen Dünenwall abgeschnürten Karabugas (s. S. 466), der auf seinem Grunde eine Salzschicht von unbekannter Mächtigkeit besitzt. Der Verlust an Salz für das Meer erklärt sich, da diese Ablagerungen mehr Salz enthalten als der Theil des Meerwassers enthielt, dessen Stelle sie jetzt einnehmen.

In das flache nördliche Becken des kaspischen Meeres münden die Flüsse Kuma, Wolga, Ural, Emba, von deren Wassermenge Angaben, von deren Wasser Analysen nicht vorliegen. Wie die Analysen No. 1 und 2 zeigen, ist das Wasser im nördlichen Becken des kaspischen Meeres nur brakisch; eine von SW. nach NO. gerichtete Strömung um das Vorgebirge Tjuk-Karagan mit salzreichem Wasser (s. No. 3) beweiset, dass das verdunstete Wasser durch den wasserarmen Ural und die schwache Emba nicht ersetzt wird. Selbst das südliche salzreichere

[1]) Wallace. Chem. news. 27. 205. 1873. Indische Natronseen. — [2]) Nach v. Baer's kaspischen Studien. Bull. Acad. St. Pétersburg. 13. 14. 15. 1855—1857. — [3]) In den Busen, die mit dem grossen Becken nur noch enge Verbindungen haben, steigt der Salzgehalt bedeutend. Er beträgt im Busen von Krasnowodsk $16{,}_{182}$; im Mertwyi-Kultuk $30{,}_{362}$; im schmalen Südende desselben, im Karassu, $56{,}_{279}$ (No. 7) Gesammtsalzgehalt für 1000 Th. Wasser. Mehner. Bull. Acad. St. Pétersb. 15. 72 und ff. 1857.

Becken (mit Tiefen bis zu 516 engl. Faden, in denen der Salzgehalt nach einer Angabe von Baer's bei 1800 Fuss Tiefe nur um etwa $^1/_{14}$ grösser ist als an der dortigen Oberfläche und nach Schmidt südlich von Cap Tjuk-Karagan bedeutenden Schwankungen nicht unterliegt), erscheint im Vergleich mit oceanischem Meerwasser nur schwach salzig. Der Salzgehalt beider verhält sich wie 37,7 : 100, etwa 3 : 8. Auch im Vergleich mit dem schwarzen Meere ist der Salzgehalt des kaspischen Meeres (s. Analysen 1—7) ein geringer.

In 1000 Theile Wasser	1	2	3	4	5	6	7	8 Aralsee.
Chlornatrium	3,673	0,754	8,9504	7,6035	8,5267	8,1163	39,395	6,2356
Chlorkalium	0,076	—	0,6510	Spur	Spur	0,1339	0,151	0,1115
Chlorrubidium	—	—	—	—	—	0,0034	—	0,0030
Chlormagnesium . . .	0,632	—	—	0,6431	0,3039	0,6115	—	0,0003
Magnesiasulfat	1,239	—	3,2610	3,0183	3,2493	3,0855	13,389	2,9799
Kalksulfat	0,490	0,406	0,5592	1,0885	1,0742	0,9004	2,170	1,3499
Natronsulfat	—	0,036	—	—	—	—	—	—
Kalkkarbonat	0,118	0,0125	0,2590	} 0,1067	0,0554	0,0780	0,963	0,1517
Magnesiakarbonat . . .	0,008	0,269	0,1348		—	—	0,211	—
Eisenoxydulkarbonat . .	—	—	—	—	—	0,0011	—	0,0016
Kalkphosphat	—	—	—	—	—	0,0021	—	0,0016
Kieselsäure	—	—	—	—	—	0,0024	—	0,0032
Brommagnesium . . .	Spur	—	—	—	—	0,0081	—	0,0033
Summa	6,236	1,4975	13,8154	12,4601	13,2095	12,9427	56,279	10,8416

1. Göbel. Pogg. Ann. Ergänzungsb. I. 187. 1842. Mitte Mai zwei Werst SW. der Insel Pischnoi geschöpft, 140 Werst S. der Hauptmündung des Uralflusses vom Boden des 2,5 Faden tiefen Meeres bei SSW.-Wind; sp. G. 1,00589 bei 14⁰ R.
2. H. Rose. Pogg. Ann. 35. 185. 1835. Geschöpft 75 Werst von der Vierhügelinsel, der äussersten Insel, welche die Wolga bei ihrem Ausfluss bildet. Noch mit Wolgawasser gemischt; sp. G. 1,0013 bei 12,5⁰ R.
3. Mehner. Bull. Petersb. Acad. 13. 199. 1855. An der Oberfläche bei der Landspitze Tjuk-Karagan entnommen. Nach von Baer Mischungspunkt des salzreichen Wassers des tieferen südlichen Beckens und des salzärmeren Wassers des flachen nördlichen Beckens.
4. Abich. Mém. Acad. St. Pétersbourg. (VI.) 7. 9. 1856. Am 2. December 1852 aus einem Faden Tiefe, Derbent; sp. G. 1,007117 bei 15⁰ R.
5. Abich. l. c. Aus 23 Fuss Tiefe, Baku; sp. G. 1,008456 bei 15,4⁰ R.
6. C. Schmidt. Bull. Petersb. Acad. 24. 184. 1877. Mittel aus 5 Analysen. Juni-August 1876 aus 1—640 m Tiefe zwischen 42⁰ 28′ N. Br. und 37⁰ 55′ N. Br. geschöpft; sp. G. 1,011057.
7. Mehner. Karassu oder Kaidak. Bull. Petersb. Acad. 15. 72. 1857. Der Kaidak bildet das schmale Südende des Mertwyi Kultuk.

8. C. Schmidt. Bull. Petersb. Acad. 20. 135. 1874. Am 6. Juli 1873 aus der Mitte des Aralsees geschöpft; sp. G. bei $17{,}5^0$ $1{,}00914$. Spur Ammoniak, Salpetersäure, organische Substanz. Aehnliche Analyse von Teich (l. c. 131); Summe $12{,}960$.

Setzt man die Menge des Chlors = 100, so beträgt nach 6

	Mittel des Südbeckens des Kaspi	Oberfläche des Oceans. Mittel.
Schwefelsäure	= 47,54	11,88
Kalk	7,68	2,93
Magnesia	23,67	11,03
Natron	79,21	(74,92)
Kali[1]	1,56	(0,19)
Coefficient[2]	2,385	1,811

Während im Kaspiwasser $SO^3 : MgO = 2 : 1$, ist im Oceanwasser das Verhältniss fast 1 : 1; im Kaspiwasser macht Magnesiasulfat fast 1/4 der Salzmenge aus, während Chlornatrium hier und im Oceanwasser sich verhält wie 30,21 : 100, und $MgO\,SO^3 : ClNa$ hier = 38,02 : 100, im Oceanwasser 8,17 : 100.

Auf 100 berechnet enthält die Salzmenge (für 1000 Theile rund angegeben):

	3 Tjuk Karagan	6 Südbecken Mittel	Anfang des Mertwyi Kultuk	7 Kaidak (Karassu)	Karabugas
Cl Na	64,79	62,70	66,99	70,00	29,22
Cl Ka	4,71	1,04	0,43	0,27	3,49
$Cl^2 Mg$	—	4,73	—	—	45,40
$MgO\,SO^3$	23,60	23,84	19,82	23,79	21,73
$CaO\,SO^3$	4,04	6,96	8,07	3,86	—
$CaO\,CO^2$	1,88	0,60	4,26	1,71	—
$MgO\,CO^2$	0,98	0,13 [3]	0,43	0,37	Cl Rb 0,09
	100	100	100	100	$Br^2 Mg$ 0,07
					100
Salzmenge	14	13	30	56	285.

Verdunstet man Kaspiwasser bei Zimmertemperatur, so fallen zunächst Eisenoxydhydrat, Kalkphosphat und Kalkkarbonat heraus, demnächst krystallirt Gyps, dann Kochsalz, endlich Bittersalz. Im Sommer scheiden sich in den grossen Buchten des Kaspi die Salze in derselben Reihenfolge ab, im Winter setzen sich Chlornatrium und Magnesiasulfat zu herauskrystallisirendem Glaubersalz und zu Chlormagnesium um, welches in der Mutterlauge verbleibt. In den

[1] Den beträchtlichen Kaligehalt des Kaspi beweist auch die von Abich mitgetheilte Analyse der Asche der dortigen Seegräser, vorzugsweise Ruppia maritima. — [2] Coefficient = Salzmenge durch den Chlorgehalt dividirt, nach Forchhammer. — [3] Chlorrubidium, Eisenoxydulkarbonat, Kalkphosphat, Kieselsäure, Brommagnesium. Von letzterem 0,0063 pCt.

Uebergangsjahreszeiten wechseln beide Processe, ein Theil des Glauber- und Bittersalzes krystallisirt dabei als Astrakanit ($Na^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 4$ aq) unter mehr oder minder starker Kochsalzdecke heraus.

Im höchsten Maasse findet dieser Process im Karabugas statt, dessen Oberfläche gegen 3000 Quadrat-Seemeilen bedeckt. C. Schmidt fand im Wasser desselben (sp. G. $1,_{262170}$ bei $17,_6{}^0$ C.) in 1000 Theilen, geschöpft am 26. Juli 1876

Cl Na	Cl K	Cl Rb	$Cl^2 Mg$	$Br^2 Mg$	$Mg O S O^3$	
$83,_{284}$	$9,_{956}$	$0,_{251}$	$129,_{377}$	$0,_{193}$	$61,_{935}$	$= 284,_{996}$.

Das von ihm untersuchte Bodensalz des Karabugas besteht aus einem Kochsalz ohne Spur von Kalium.

Aralsee.

Das schwach salzige Wasser des 74 Meter über dem Kaspisee, $47,_{91}$ m über dem Niveau des schwarzen Meeres liegenden, über 1100 deutsche Quadratmeilen grossen, bis 208 Fuss tiefen, grossen Theils von Wüsten umgebenen Aralsees ist ähnlich zusammengesetzt wie das Kaspiwasser. Im Wasser des Aralsees ist mehr Kalksulfat und Kalkkarbonat, dagegen weniger Chlornatrium und Chlormagnesium vorhanden: Chlornatrium 57, Magnesiasulfat 27, Kalksulfat 13, Kalkkarbonat $1,_4$ pCt. nach Analyse 8 (S. 465). Die Verschiedenheiten der Analysen von Schmidt und Teich erklären sich durch den grossen Wechsel der im Frühjahr aus den Flüssen (Oxus und Jaxartes) zuströmenden Wassermenge und der ungleichen Verdunstung.

Salzseen der kaspischen Niederung.

Auf dem ehemaligen Meeresboden der heutigen Astrachanschen Steppen finden sich in Menge Salzseen, deren schon mehr als 2000 bekannt sind. Ihre Zahl nimmt noch immer zu; in Vertiefungen des Bodens entstehen bei Abschluss von fliessendem Wasser durch Auslaugung des Bodens und zum Theil durch Verdampfung der abgeschlossenen Theile des kaspischen Meeres immer neue. Es sind daher nach ihrer Bildungsweise ältere und neuere zu unterscheiden.[1]) Die hierher gehörigen Analysen No. 1—10 beziehen sich auf Salzseen älterer Bildung.

Der Eltonsee, nach Göbel $18,_{71}$ m über dem kaspischen Meer gelegen, das nach Struve $26,_{045} \pm 0,_{252}$ m unter dem Niveau des schwarzen Meeres liegt, ist der bedeutendste Salzsee des Gouvernement Astrachan und Russlands; er liefert jährlich 4—5 Millionen Pud (à 40 Pfund) Salz und bedeckt eine Oberfläche von 180 Quadratwerst.[2]) An seinen Rändern und seinem Boden findet sich überall krystallisirtes Salz. Das Wasser des Sees ist, wie schon H. Rose

[1]) Göbel bestimmte nicht in allen Analysen das Kali und das Brom, daher der Ueberschuss der festen Bestandtheile über die Zahlen der Analysen. — [2]) Bergsträsser in Petermann. Geograph. Mitth. 1858. 97. Auf p. 104 Analysen des Salzes aus den verschiedenen Salzseen; im Salz bis 40 pCt. schwefelsaures Natron.

bemerkt, eine concentrirte Mutterlauge,[1]) aus der sich seit langer Zeit Kochsalz abgesetzt hat. Nach Untersuchungen des Bodens 2 Werst vom SW-Rand des Sees liegen dort wenigstens 100 Salzschichten übereinander, welche durch Schlammlagen getrennt sind. Nach der Schneeschmelze bringen die acht in den See mündenden Flüsse und Bäche so viel Wasser, dass sich aus der Lösung der oberen Salzschichten des Sees eine concentrirte Soole bildet, welche durch die im Sommer eintretende Verdunstung Krystalle liefert; diese senken sich zu Boden und bilden eine neue Salzschicht. Wenn die Temperatur des Eltonsees nur um etwas erniedrigt wird, schiessen bedeutende Mengen von Bittersalz an, daher ändern sich Zusammensetzung und specifisches Gewicht bedeutend mit der Temperatur. Im Sommer sieht man am Ufer nur Krystalle von Kochsalz und Gyps, der sich bekanntlich bei Concentration der Salzlösungen zuerst abscheidet, im Winter ausser diesen viel Bittersalz, das sich im Sommer wieder löst. Je grösser die Menge von Chlormagnesium und Bittersalz in der Mutterlauge wird, je geringer ist die Menge des Chlornatriums, wie die Analysen des Eltonsee-Wassers No. 1, 2 und 3 zeigen.

1. H. Rose. Pogg. Ann. 35. 169. 1835. Geschöpft im Oktober 1829. Brom konnte nicht bestimmt werden. sp. G. 1,27288 bei 12⁰.
2. Erdmann. (Aus Beitr. zur Kenntniss des Innern von Russland II 252). ib. p. 172. Im August geschöpft.
3. Göbel. Pogg. Ann. Ergänzungsband I. 182. 1842. April 1834, gleich nach der Schneeschmelze; sp. G. 1,21879. Salzrückstand 256,56.
4. Göbel. ib. Der Charysacha Bach behält sein Wasser während des ganzen Jahres; er war durch kurz zuvor geschmolzenen Schnee angeschwollen. sp. G. 1,03515. Salzrückstand 51,25.
5. Göbel. ib. Das aus den Quellen des Bitteren Bachs geschöpfte Wasser hatte in Folge der Jahreszeit nur geringen Salzgehalt. sp. G. 1,01520. Salzrückstand 20,548.
6. Göbel. ib. Stepanowasee. sp. G. 1,20749. Salzrückstand 240,708.
7. Göbel. ib. Salzsee Indersk, östlich vom Uralfluss und 24 Fuss über dessen Niveau; sp. G. 1,20769. Salzrückstand 261,575. Ueber der ½ bis 3 Zoll dicken Salzdecke eine 10 Zoll hohe, gesättigte Lauge, aus der sich fortwährend Kochsalz aussondert.
8. Göbel. ib. Bogdosee; sp. G. 1,23650. Salzrückstand 256,57.
9. Erdmann. Bogdosee. Pogg. Ann. 35. 176. 1835.
10. Göbel. Pogg. Annalen l. c. Salzsee am Arsargar, SO. vom Bogdosee. Gypshügel anstehend. sp. G. 1,15176. Salzrückstand 180,944.
11. Tinetzky-Bittersee. Geschöpft Sommer 1873.
    C. Schmidt. Bull. Petersb. Akad. 20. 142. 1874. sp. G. bei 18,8⁰ 1,26103.

[1]) In Usiglio's Analysen des concentrirten Mittelmeerwassers verhält sich die Menge von $Cl^2Mg : MgOSO^3$ wie 4 : 3. In den mitgetheilten Analysen des Eltonwassers ist viel mehr Chlormagnesium vorhanden als diesem Verhältniss entspricht.

1000 Theile Wasser enthalten:	1 Eltonsee H. Rose.	2 Eltonsee Erdmann.	3 Eltonsee Göbel.	4 Charysacha am Eltonsee Göbel.	5 Gorkoi-Jerik am Eltonsee Göbel.	6 Stepanowasee O. vom Eltonsee. Göbel.	7 Salzsee Indersk Göbel.
Chlornatrium . . .	38,3	71,35	131,24	40,65	16,83	224,33	239,28
Chlormagnesium . .	197,5	165,39	105,42	5,20	1,65	9,05	17,36
Chlorkalium . . .	2,3	—	2,22	—	—	—	1,01
Chlorcalcium . . .	—	—	—	—	2,07	—	—
Chlorrubidium . .	—	—	—	—	—	—	—
Brommagnesium . .	—	—	0,07	—	—	—	0,05
Schwefels. Magnesia	53,2	18,58	16,65	2,83	—	6,87	3,46
Schwefels. Kalk . .	—	0,36	—	1,24	—	0,46	0,42
Schwefels. Natron .	—	3,84	—	—	—	—	—
Kohlens. Kalk . .	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Magnesia .	—	0,38	—	—	—	—	—
Organische Substanz	Spur	5,06	Spur	—	—	—	—
Summa . .	291,3	264,95	255,60	49,92	20,55	240,71	261,58

1000 Theile Wasser enthalten:	8 Bogdosee Göbel.	9 Bogdosee Erdmann.	10 Salzsee am Arsargar Göbel.	11 Tinetzkysee C. Schmidt.	12 Karduan. Göbel.	13 Karduan Fedschenko
Chlornatrium . . .	190,00	215,76	178,04	135,278	105,39	241,228
Chlormagnesium . .	54,35	48,63	1,72	75,145	99,12	20,130
Chlorkalium . . .	1,99	—	—	1,296	—	0,146
Chlorcalcium . . .	9,89	8,85	—	—	—	—
Chlorrubidium . .	—	—	—	0,030	—	—
Brommagnesium . .	0,06	—	—	0,456	—	—
Schwefels. Magnesia	—	10,30	0,76	76,729	82,20	45,947
Schwefels. Kalk . .	0,28	0,74	0,42	0,054	—	—
Schwefels. Natron .	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Kalk . .	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Magnesia .	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz	—	—	—	—	—	—
Summa .	256,57	284,28	180,94	288,988	286,71	307,451

12. Karduan-Bittersee. Geschöpft 13. Juni 1834.
Göbel. Pogg. Ann. Ergänzungsbd. I. 182. 1834. sp. G. $1{,}_{26861}$.

13. Karduan. Geschöpft 17. Oktober 1863.
Fedschenko. Citat in Bull. Acad. St. Petersburg. 24. 204. 1877.

No. 1 und 2 sind im Sommer und Herbst geschöpft, wo die grössere Verdunstung eine stärkere Abscheidung von Kochsalz und dadurch Vermehrung des Chlormagnesiums bewirkt. No. 3, gleich nach der Schneeschmelze geschöpft, zeigt neben geringerem Salzgehalt relative und absolute Zunahme des Chlornatriums, weil die Zuflüsse das früher abgesetzte Chlornatrium wieder lösen und die Zuflüsse, wie No. 4 und 5 zeigen, vorzugsweise Chlornatrium bringen. Der Charysacha (No. 4), an der Quelle (und bei Abnahme des Wasserzuflusses aus der Steppe) kaum salzig, wird es erst im weiteren Laufe durch Auslaugung des Bodens. Die Analyse No. 4 entspricht $81{,}_{43}$ pCt. Cl Na, $10{,}_{42}$ $Cl^2 Mg$, $5{,}_{67}$ $Mg O S O^3$, $2{,}_{48}$ pCt. $Ca O S O^3$, etwa der Zusammensetzung des oceanischen Wassers. In dem Wasser des bittern Baches No. 5 ist der hohe Gehalt an Chlorcalcium und die Abwesenheit der Sulfate schwer zu erklären.

Südlich vom Eltonsee liegt der Bogdo- oder Baskuntschatski'sche Salzsee, der nächst grösste; er hat keine Zuflüsse aus der Steppe, die Soole auf ihm ist nur von Schnee- und Regenwasser abhängig, daher im Hochsommer oft gering. Das Wasser enthält, nach No. 8 und 9, im Verhältniss zu $Cl^2 Mg$ mehr Cl Na als der Eltonsee.

Der Tinetzkysee, 10 Werst westlich von Astrachan, ist der Rückstand sommerlicher Concentration des Kaspiwassers (s. S. 466) unter periodischer Betheiligung der Wolga durch Frühjahrshochwasser. Bei der Verdampfung scheidet sich erst Gyps, dann Chlornatrium ab; in Folge starker Temperaturschwankungen fand Wechselzersetzung von Bittersalz mit Chloriden statt, so dass sich der Gehalt an Chlormagnesium bedeutend steigerte. Das auf diese Weise entstandene schwefelsaure Natron ist herauskrystallisirt oder durch organische Substanz (Algen u. s. w.) in Schwefelnatrium verwandelt, welches Schwefeleisen (meist Einfachschwefeleisen), Schwefelammonium (Ammonium aus organischer Substanz) und Kalkkarbonat durch weiteren Umsatz lieferte. Diese Verbindungen finden sich in dem durch Schwefeleisen schwarzen Schlamm wieder.

Während im Wasser des kaspischen Meeres nach 6 auf 100 Cl Na 38 $Mg O S O^3$ kommen, ist im Tinetzkysee auf 100 Cl Na fast 57 $Mg O S O^3$ und fast ebensoviel $Cl^2 Mg$ vorhanden.

Von den zahlreichen, kleinen, dem Nordkaspibecken entstammenden neueren Bitterseen sind die am Kigatsch belegenen Krassnojar'schen oder Karduan'schen von Göbel und später von Fedschenko, der Tinetzki'sche von C. Schmidt untersucht. Die Verschiedenheiten der beiden Analysen 12 und 13 erklären sich durch die Verschiedenheiten der Jahreszeit.

	Chlornatrium :	Chlormagnesium :	Magnesiasulfat
in 12	100	$94{,}_1$	$78{,}_0$
13	100	$8{,}_3$	$19{,}_3$.

Salzseen der Krym.

Eine Gruppe von Salzseen der Krym, alte Reste des schwarzen Meeres.[1]) betreffen die Analysen No. 14 bis 20. Obgleich das Wasser aus den vier Salzseen zu verschiedenen Jahreszeiten geschöpft wurde, kann man kaum Schlüsse ziehen auf die Veränderung, welche die Verdunstung von Juni bis zum Hochsommer herbeiführt. Man sieht vielmehr aus No. 16 und 17, dass nicht die Verdunstung die Verschiedenheit des Salzgehaltes bedingt, sondern dass die Verschiedenheit des Jahrganges 1833 und 1849 das Maassgebende ist. No. 18 und 19 gestatten keine Schlüsse, da in No. 18 die abgesetzten Salze nicht mit untersucht wurden. Ohnehin ist die Salzmenge in No. 18 fast noch ein Mal so gross als in No. 19.

1000 Th. enthalten	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Chlornatrium . . .	155,85	147,32	181,2	150,70	181,04	66,50	104,25	201,96	118,628
Chlormagnesium . .	182,70	132,10	57,3	43,61	49,28	45,46	8,52	2,52	14,908
Chlorkalium . . .	—	3,40	6,2	5,60	—	1,20	Spur	—	—
Chlorcalcium . . .	18,73	16,78	—	—	—	—	—	Spur	—
Jodnatrium	—	0,39	—	0,55	—	0,50	—	—	—
Brommagnesium . .	—	0,11	—	0,97	—	0,08	0,078	—	—
Schwefels. Kalk . .	—	—	3,3	3,10	—	2,69	3,64	—	0,858
Schwefels. Magnesia .	—	—	23,0	18,75	42,01	23,58	11,33	—	—
Schwefels. Natron .	—	—	—	—	—	—	—	18,34	9,321
Schwefels. Kali . .	—	—	—	—	—	—	—	—	5,363
Organische Substanz .	—	Spur	—	0,45	—	0,78	—	—	—
Summa . .	357,28	300,10	271,0	223,73	272,33	140,79	127,818	222,82	149,078

14 bis 20 Salzseen der Krym, 21 und 22 Grosser Salzsee, Utah.

14. Göbel. Rother See, 2 Werst von Perekop entfernt. Bull. Acad. St. Petersburg. 5. 293. neu berechnet; sp. G. bei 14° R. 1,33122. Salzrückstand 372,243. Die im Glase abgesetzten Kochsalzkrystalle wurden nicht mit untersucht. Geschöpft am 21. August 1834.

15. Hasshagen. Rother See bei Perekop. ib. sp. G. bei 14° R. 1,2211106. Geschöpft am 18. Juni 1851.

16. Göbel. Salzsee Tusly (Saki). ib. 292. sp. G. bei 14° 1,26413. Salzrückstand 271,0. Ende Juni 1833 geschöpft. 19 Werst von Eupatoria (Koslow).

17. Hasshagen. Salzsee Saki. ib. sp. G. bei 14° R. 1,191204. Geschöpft am 9. Juli 1849.

[1]) Obgleich also streng genommen nicht hieher gehörig, sind sie des Vergleichs wegen hieher gestellt.

18. Göbel. Salzsee Tschokrak bei Kertsch. ib. sp. G. bei 14° R. $1{,}_{26450}$. Salzrückstand 275. Geschöpft am 4. August 1834. 15 Werst nördlich von Kertsch. Vom Asowschen Meer durch eine 6—10 Sashen breite Landzunge getrennt. Man hatte 1833 aus dem See 5 Mill. Pud Kochsalz gefördert. Die im Glase abgesetzten Koch- uud Bittersalzkrystalle wurden nicht mit untersucht.

19. Hasshagen. Salzsee Tschokrak bei Kertsch. ib. sp. G. bei 14° R. $1{,}_{17500}$ am 9. Juli 1851: $1{,}_{3807}$ am 6. Juni 1850. Durch eine 30—50 Faden breite sandige Landzunge vom Asowschen Meere geschieden.

20. Iwanow. Mainaksee. Krym. N. Petersb. Acad. Bull. 17. 567. 1872. sp. G. $1{,}_{112}$.

21. Gale. Grosser Salzsee, Utah. Sill. Amer. J. (2) 17. 129. 1854. sp. G. $1{,}_{170}$. Salzrückstand direkt bestimmt $224{,}_{22}$. Bei niedrigem Wasserstande 1852 geschöpft.

22. Allen. Grosser Salzsee, Utah. United states geolog. exploration of the fortieth parallel. II. 1877. p. 433. Salzrückstand direkt bestimmt $148{,}_{251}$. Bei Black rock point 1869 geschöpft. Spectralanalytisch Lithion. Brom. Borsäure nachweisbar.

Von allen bisher untersuchten Salzseen zeigt No. 14, der rothe See bei Perekop, mitten auf der Landzunge gelegen, welche den Siwasch vom Schwarzen Meere trennt, den höchsten Salzgehalt, etwa 10 Mal so viel als oceanisches Wasser, und dabei fehlen in No. 14 und 15 alle Sulfate, welche im Wasser des Schwarzen Meeres etwa 9 pCt. der Salzmenge ausmachen. Sind die Sulfate sämmtlich in der Form von Gyps ausgefällt? Die weiter unten angeführte Analyse des grossen Sassyk liefert bei $295{,}_{10}$ Salzgehalt noch $26{,}_{5}$ pCt. der Salzmenge anSulfaten. Die grössere Concentration von No. 14 gegenüber der von No. 15 entspricht dem späteren Monat August. Ein Vergleich zwischen No. 14 und 15 ist nicht ausführbar, da in No. 14 die im Glase abgesetzten Kochsalzkrystalle nicht mit untersucht wurden und das wahrscheinlich vorhandene Chlorkalium in No. 14 nicht bestimmt ist. Nähme in No. 14 das Chlormagnesium zu entsprechend der Zunahme des Chlorcalciums, so dürften statt $182{,}_{70}$ Chlormagnesium in No. 14 nur $146{,}_{6}$ vorhanden sein. Bischof[1]) bezweifelt die Analyse No. 14: in künstlichen Mutterlaugen von Salzsoolen fand Heine (Halle a. S.. sp. G. der Mutterlauge $1{,}_{263}$, Salzrückstand $300{,}_{42}$) als Maximum der Chloride überhaupt $289{,}_{28}$; Usiglio in der Mutterlauge des Mittelmeerwassers (sp. G. $1{,}_{320}$. Salzrückstand $396{,}_{19}$) $293{,}_{48}$ Chloride.[2]) Vergleicht man No. 14 und 15 (Chloride $357{,}_{28}$ und $299{,}_{60}$) mit dieser Mutterlauge A, so liegt ein Hauptunterschied in dem grossen Gehalt an Magnesiasulfat in A. und an Chlorcalcium in No. 14 und 15. Beruht darauf die Verschiedenheit im Verhältniss von Cl Na und Cl^2 Mg zwischen A. 14 und 15?

[1]) Chem. Geol. II. 71. — [2]) Auch die letzte Mutterlauge (sp. G. $1{,}_{372}$) enthält noch Magnesiasulfat.

	14	15	A.
Cl Na	43,62	49,09	30,55
Cl^2 Mg	51,14	44,02	37,35
Cl Ka	—	1,13	6,30
Cl^2 Ca	5,24	5,59	—
Br^2 Mg	—	0,04	—
Br Na	—	—	3,90
Jodnatrium	—	0,13	—
Mg O S O^3	—	—	21,90
	100	100	100

Berechnet man die procentische Zusammensetzung, so erhält man:

	Eltonsee.			Gorkoi-Jerik.	Bogdosee.		Tschokrak, Krym.		Mainak.	Salzsee, Utah.
	1	2	3	5	8	9	18	19	20	22
Cl Na . . .	13,15	26,93	51,35	81,90	74,05	75,90	66,48	47,23	81,56	79,57
Cl^2 Mg . . .	67,80	62,42	41,24	8,03	21,18	17,11	18,09	32,29	6,66	10,00
Cl Ka . . .	0,79	—	0,87	--	0,78	—	—	0,85	—	—
Cl^2 Ca . . .	—	—	—	10,07	3,86	3,11	—	—	—	—
Br^2 Mg . . .	—	—	0,03	—	0,09	—	—	0,06	0,06	—
J Na. . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,36	—	—
Mg O S O^3 . .	18,26	7,01	6,51	—	—	3,62	15,43	16,75	8,87	—
Ca O S O^3 . .	—	0,14	—	—	0,11	0,26	—	1,91	2,85	0,58
Na^2O S O^3. .	—	1,45	—	—	—	—	—	—	—	6,25
K^2 O S O^3 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,60
Mg O C O^2. .	—	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—
Org. Substanz.	Spur	1,91	Spur	—	—	—	—	0,55	—	—
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Vergleicht man No. 1, 2, 3 (6, 7), 8, 9 (10) mit dem Wasser des kaspischen Meeres (S. 466), so tritt in den Salzseen der Steppe das Chlormagnesium hervor und, mit Ausnahme von No. 1, das Magnesiasulfat sehr zurück, ebenso das Kalksulfat. Die Chloride überwiegen in diesen Steppenseen. Anders verhält sich der Bittersalzsee am Kigatsch, No. 12. Der Salzrückstand enthält procentisch 36,76 pCt. Cl Na, 34,57 pCt. Cl^2 Mg und 28,67 pCt. Mg O S O^3. In diesem See findet sich, wie in anderen nahegelegenen, ein 1 Fuss mächtiger Absatz von Blödit (Astrakanit = Na^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 4 aq) aus Umsetzung von Cl Na und Mg O S O^3 zu Cl^2 Mg und Na^2 O S O^3 entstanden, wobei sich das Natronsulfat mit unzerlegtem Magnesiasulfat verbunden hat.

Verglichen mit Mutterlaugen von Mittelmeerwasser mit ähnlichem specifischem Gewicht nach Usiglio's Untersuchungen, ist in den entsprechenden Analysen No. 1—22 der Bromgehalt sehr gering. Die Mutterlauge von Mittelmeerwasser

mit 1,210 sp. G. gibt in 1000 Theilen 4,82, procentisch im Salzgehalt 1,57 pCt. Bromnatrium;[1]) No. 17 mit dem Maximum von Brommagnesium liefert nur 0,97, vom Salzgehalt 0,43 pCt., und selbst in der concentrirten Lösung No. 15 macht es nur 0,04 pCt. des Salzgehaltes aus. Diesem Verhalten gegenüber erscheint der Gehalt an Jodnatrium in No. 19 auffallend gross.

Salzseen bei Baku.

Auch auf der Halbinsel Apscheron an der Westküste des kaspischen Meeres treten zahlreiche Salzseen auf, Auslaugungsprodukte der Tertiärschichten durch die Winterregen und zum Theil durch Salzquellen ernährt. Die Salzseen bei Kürdachany und Massasyr liefern jeder jährlich 300 000 Pud, der bei Muchamedli 36 000 Pud, der bei Binagadi 70 000—90 000 Pud Salz, das neben etwas Gyps bis 5,8 pCt. Natronsulfat enthält.[2])

Aehnliche Salzseen finden sich auf der Insel Tschelekaen an der Ostküste des kaspischen Meeres[3]) und an anderen Punkten derselben Küste bis zum Aralsee hin und weiter östlich. Nach Felkner[4]) findet sich auf der Insel Aïdak im kaspischen Meere auf der Oberfläche eines Salzsees Glauberit in grossen, verwitterten Krystallen. Auch nördlich vom Aralsee sind Salzsümpfe und Salzseen vorhanden.

Das Todte Meer.

Nach den Ausführungen von L. Lartet[5]) hat das 392 m unter dem Meeresspiegel liegende, 10 deutsche Meilen lange und 23,3 Quadratmeilen bedeckende Todte Meer niemals mit dem Rothen oder Mittelländischen Meer in Verbindung gestanden;[6]) es verdankt seinen ausserordentlichen hohen, durch den Reichthum an Chlor- und Brommagnesium ausgezeichneten Salzgehalt nur der Verdunstung von angesammeltem Quell- und Flusswasser. Marine Organismen finden sich nicht darin; die vorhandenen Foraminiferen sind nach Ehrenberg Formen des süssen oder brakischen Wassers und kommen meist auch im Jordan vor. Tiefen über 1200 Fuss sind von Lynch beobachtet; die äussere Wasserfläche ist seicht, an manchen Stellen kann man weit, bis 300 Fuss vom Strande ab, hineinwaten; der südliche Theil ist wenig tief.

Kreide- und Eocänschichten nebst etwas Basalt und Dolerit bilden die höhere Umgebung des Todten Meeres und das Quellgebiet des Jordans, des Hauptzuflusses, welchen das Todte Meer erhält. Die obere Kreide enthält Gyps und Salz, die auch am SW-Ende des Todten Meeres am Djebel Usdom anstehen.

[1]) 103 Bromnatrium entsprechen 92 Brommagnesium. — [2]) Trautschold. Zs. geol. Ges. 26. 273. 1874. — [3]) Eichwald. Karsten. Archiv f. Bergbau. etc. 2. 82. 1830. — [4]) Citat in d'Archiac. Hist. de la géol. 1. 304. 1847. — [5]) Bull. géol. (2) 22. 420—463. 1865; (2) 23. 719—760. 1866; (2) 24. 12—31. 1867. — [6]) Als weitere Beweise führt Lartet die Abwesenheit von Jod, Lithium, Caesium, Rubidium und Silber im Wasser des Todten Meeres an. Aus dem Fehlen des Phosphors folgt die Abwesenheit aller der Organismen, welche der Phosphorsäure bedürfen. Bull. géol. (2) 23. 738 und 759.

Die nach dem Absatz des Eocän erfolgte Hebung und Faltung des Gebirges bedingte in der Bruchlinie die Entstehung einer Wasseransammlung, deren Wasser durch Verdunstung immer salzhältiger wurde. Dass die Wassermenge und der Wasserstand des Sees wechselten und einst viel grösser waren als jetzt, lehren mergelige und sandige, dünnschichtige Absätze mit Gypsbänken und Salzgehalt, welche mehr als 100 m über den heutigen Wasserstand hinausreichen. Sie sind bis auf Spuren von Pflanzen vollständig frei von organischen Resten und enthalten weder Basalttrümmer noch Bitumen. Diese alten Absätze finden sich namentlich an der Westseite des Todten Meeres, ferner zu beiden Seiten des Jordans mindestens bis zum halben Abstand vom See Tiberias und an beiden Ufern des von Süden her dem Todten Meer zuströmenden Jeib. Fliessen auch der Jordan und manche der übrigen Zuflüsse in einem Bett von gelblichem Thon, so nehmen sie doch (l. c. 23. 749) viel Lösliches aus den alten Absätzen auf und erstatten so dem Todten Meer zurück, was es früher abgegeben hatte. Die durch jene Absätze bezeichnete Abnahme des Niveaus des Todten Meeres[1]) scheint, nach der Grösse der Thaleinschnitte (Wadi), ihrer heutigen Wasserarmuth und den mächtigen alten Alluvionen in den Wadi zu schliessen, auf vermindertem Zufluss zu beruhen. Diese Verminderung fällt wahrscheinlich in das Ende der Tertiärzeit; etwas später folgte das Auftreten der Basalte, welches jedoch die Configuration des Landes kaum veränderte, und längs der ganzen Spalte das Hervortreten zahlreicher Mineralquellen, deren Menge und Thätigkeit, wie alte Quellabsätze zeigen, seitdem sich bedeutend verringert hat. Auch die Emanation des Bitumens gehört dieser Epoche an. Nach Hitchcock's Analyse kommen homogene dichte Kalke mit 25 pCt. Bitumen, 6 pCt. erdigem Rückstand, 68,73 pCt. Kalk- und 0,27 pCt. Magnesiakarbonat vor. Das fast reine Salz des Djebel Usdom, an welches das Todte Meer nur ausnahmsweise bei grossem Wachsthum reicht, liefert nur einen sehr untergeordneten Beitrag zum Salzgehalt des Seewassers, da bei der geringen Regenmenge und der fast gesättigten Salzlösung nur wenig Salz gelöst wird. Ausserdem enthält nach der Analyse von Terreil das Salz des Djebel Usdom kein Brom (auch kein Jod), wie schon Hitchcok angiebt. Terreil (Bull. géol. (2) 23. 747) fand darin 59,30 pCt. Cl; 38,47 Na; 0,92 SO^3; 0,60 Ca O; 0,09 Mg O; 0,15 Si O^2, Thon, organische Substanz, Spuren von Sulfaten: Summa 99,56. Es würden 38,47 pCt. Na 59,38 Cl erfordern, um 97,85 Cl Na zu bilden. Aus dem Verhältniss von Mg zu Na im Wasser des Todten Meeres folgt, dass das Steinsalz von Djebel Usdom nicht die Hauptursache des Salzgehaltes sein kann. Lartet findet diese, wie schon von anderen Seiten angenommen wurde, vorzugsweise in der Beschaffenheit der Mineralquellen und ausserdem in der der Zuflüsse.

Die 62° heisse Quelle von Hammam, südlich der Stadt Tiberias, welche aus einem braunen bituminösen Kalk hervortritt, enthält in 1000 Theilen nach

[1]) Nach Sepp (Zweiter Jahresber. d. geogr. Ges. in München. 1872. 74) liegen viele hundert Fuss über dem heutigen Seeniveau früher bewohnte Höhlen.

	C. G. Gmelin.[1] sp. G. 1,029375.	Booth u. Muckle[2])	Anderson[3]) 1,02336
Chlornatrium	17,0167	17,27	17,15
Chlorkalium	0,4304	—	0,16
Chlorcalcium	8,1876	8,96	8,97
Chlormagnesium	2,2558	1,95	2,03
Kohlensauren Kalk	—	—	0,36
Kohlens. Magnesia	—	—	0,09
Schwefelsauren Kalk	1,2433	1,08	0,72
Schwefelsaures Natron	—	—	0,62
Schwefels. Magnesia	—	—	0,16
	29,1338	29,26	30,16

Anderson fand noch Schwefelalkalien, organische Substanz und Brom; das Wasser riecht nach Schwefelwasserstoff. Für die übrigen jetzt noch thätigen, bis 43° warmen, in der Umgebung des Todten Meeres gelegenen Quellen bestimmte Terreil den Rückstand[4]) im Liter zu 0,394 bis 3,032 g und fand darin Chlorüre, Sulfate und Karbonate von Kalk, Magnesia, Natron und Kali. Die geringe Menge des zur Verwendung stehenden Wassers erlaubt den Nachweis von Brom nicht. Diese Quellen sind nur schwache Nachklänge des einstigen Reichthums, und man darf mit Sicherheit annehmen, dass unter dem Meeresspiegel des Todten Meeres noch jetzt salzreiche Mineralquellen hervortreten. In der Nähe des Ras Mersed an der Westküste entwickelt sich Schwefelwasserstoff und bituminöser Geruch; Terreil fand in 1000 Theilen des dort am 19. März 1864 in 42 Meter Tiefe geschöpften Wassers (s. No. IV.) 261 Festes, darunter 4,834 Brom, d. h. mehr Brom und ebenso viel Festes als im Wasser aus grösseren Tiefen an anderen Punkten. Lartet folgert daraus, dass dort eine Mineralquelle hervortritt und erwartet bei genauerer Untersuchung in der Bruchlinie, welche dem Tiefsten des Todten Meeres entspricht, zahlreiche ähnliche Erscheinungen. Er leitet von solchen auch die auffallend grosse Menge Brom vom Wadi Mrabba in 300 m Tiefe ab (s. No. VII.).

Das Wasser des Jordans, dessen Wassermenge wenigstens ebensoviel beträgt als die aller übrigen Zuflüsse,[5]) enthält in 1000 Theilen nach Boutron-Charlard und Henry[6]) a, nach Anderson[7]) b.

	ClNa	ClK	Cl^2Ca	Cl^2Mg	$MgOSO^3$	Na^2OSO^3	$CaOSO^3$
a)	0,525	Spur	—	0,250	0,075 (zusammen)		—
b)	0,603	0,035	0,129	0,443	—	0,040	0,015

	$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	SiO^2	Org. Subst.	
a)	0,152 (zusammen)		0,050 (zusammen)		= 1,052
b)	0,169	0,145	0,0025	Spur.	

[1]) Pogg. Ann. 49. 415. 1840. — [2]) Lynch. Off. rep. of the U. St. Expedition to explore the Dead Sea. Baltimore. 1852. 202. — [3]) ib. 202. Rückstand direkt bestimmt 30,56. — [4]) In einigen Röhren fand man bei ihrer Ankunft in Paris Dolomitkrystalle. Bull. géol. (2) 23. 750. 1866. — [5]) Zu gewissen Zeiten bringt der Jordan täglich 6,5 Millionen Tons Wasser in das Todte Meer. Man kann daraus auf die Grösse der Verdunstung schliessen. Lartet. Bull. géol. (2) 23. 724. — [6]) Am 2. April 1850 zwei bis drei

Eisenoxyd 0,037, Schwefelalkali und Verlust 0,1765 = 1,825. Nach Terreil[1]) beträgt der Rückstand eines Liters Wasser 0,873. Schon Anderson bemerkt, dass nach den Jahreszeiten und aus anderen Gründen die Zusammensetzung des Jordanwassers schwankt. Im Vergleich mit dem Wasser des Todten Meeres ist im Jordanwasser mehr Sulfat und weniger Magnesia vorhanden, die ersteren könnten der Umsetzung zu Schwefelwasserstoff und Karbonaten unterliegen. Verglichen mit anderen Flusswässern (s. S. 456) ist das Jordanwasser sehr reich an Festem, namentlich an Chlornatrium und Chlormagnesium. Die Cettinje, einer der an Festem reichsten Flüsse, enthält in 0,576 Festem die relativ grosse Menge 0,102 Chlornatrium und 0,100 Chlormagnesium, also etwa 20 pCt. von jedem, während im Jordanwasser Chlornatrium 33—50, Chlormagnesium etwa 25 pCt. ausmacht. Nur einzelne städtische und artesische Brunnen, die Steppenflüsse und der unter ähnlichen Bedingungen stehende Chélif (S. 457) sind reicher an festen Bestandtheilen. Die im Verhältniss zum Chlornatrium und zum Ganzen übergrosse Menge Chlormagnesium erklärt sich nur aus den geologischen Verhältnissen.

Die zahlreichen älteren Analysen des Wassers[2]) des Todten Meeres, dessen Tiefe Moore und Beek[3]) grösser als 300 Faden fanden, weichen bedeutend von einander ab. Sie sind mit Ausnahme der von Lynch aus 185 Faden Tiefe geschöpften, unter No. XVI. angeführten Probe alle mit Wasser angestellt, welches an der Oberfläche nahe der Jordanmündung geschöpft war. Daraus erklärt sich die Abweichung: in Folge des leichteren specifischen Gewichtes bildet das Jordanwasser weithin nach Süden die Oberfläche, erzeugt einen nach Süden gehenden, zuerst von Lynch gefundenen Strom, und dieser bringt längs der Küsten seitliche Gegenströmungen hervor, welche, bei mancher Unregelmässigkeit im Allgemeinen von Süden nach Norden gerichtet, das schwere Wasser des Todten Meeres nach Norden bringen. Ausserdem werden Abweichungen in der Zusammensetzung durch die Jahreszeiten bedingt, da Schwankungen des Wasserstandes bis zu 15 Fuss vorkommen; eine Folge des Winterregens und der Schneeschmelze auf dem Antilibanon. Im Mittel ist das specifische Gewicht des Wassers der Oberfläche 1,1162 (das des Oceans 1,027) und wächst im Ganzen von Norden nach Süden, da die Hauptzuflüsse von Norden kommen.

Terreil[4]) hat 2 Analysen vom Wasser der Oberfläche und 5 Analysen des

Wegstunden nördlich der Mündung geschöpft. Klar, schwach nach Bitumen riechend, sp. G. 1,00084. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1852. 758. — [7]) Im April 1848 an den Pilgerbädern geschöpft: sp. G. 1,00183. Lynch. Off. rep. 150.

[1]) Am 21. April 1866 12 km nördlich der Mündung geschöpft; sp. G. 1,0010. Die Addition der einzelnen Stoffe liefert nur 0,813. Bull. géol. (2) 23. 748. 1866. — [2]) Die Analysen von Gmelin, Marchand, Herapath, Moldenhauer, Boussingault, Genth und Roux. (vergl. Bischof. Chem. Geol. I. 313) geben 138,79—245 Rückstand für 1000 Th. Wasser. — [3]) d'Archiac. Hist. géol. I. 207. — [4]) Bull. géol. (2) 23. 731 und 732. Das Wasser einer Lagune N. vom Djebel Usdom, die oft vom Seewasser überschwemmt und durch eine heisse salzhaltige Quelle ernährt wird, enthält bei 1,0375 sp. G. weniger Salze (47,663) und relativ weniger Cl^2Mg und Brom als das Todte Meer. Sie führt Fische der Gattung Cyprinodon, die auch von den Flussmündungen aus so weit in's Todte Meer hineingehen, bis das Wasser ein sp. G. von 1,11500 erreicht hat.

Wassers aus Tiefen von 20, 42, 120, 200, 300 m gegeben und vom Wasser anderer Punkte das specifische Gewicht, den Salzrückstand, die Menge des Broms und des Kalis bestimmt. Danach enthalten 1000 Theile Wasser, das in der Aufbewahrungsröhre etwas Ocker aus Eisenoxyd, Thonerde, Kieselsäure, organischer nach Bitumen riechender Substanz abgesetzt hatte und beim Oeffnen der Röhren nach Schwefelwasserstoff und Bitumen roch, folgende Bestandtheile.

(Siehe Tabelle Seite 479.)

Berechnet man die Analysen des am 1. April 1864 und am 30. März 1864 der Oberfläche des Todten Meeres entnommenen Wassers I und II, sowie die am 19. März 1864 aus 42 Meter IV und die am 15. März 1864 aus 200 Meter Tiefe VI, endlich die am 18. März 1864 aus 300 Meter Tiefe entnommene Probe VII in der Art, dass man allen Kalk mit Schwefelsäure und alles Brom mit Magnesium verbindet, so erhält man für

	I	II	IV	VI	VII	XVI [1]
Chlornatrium	56,974	2,251	63,043	63,859	36,372	78,534
Chlormagnesium	98,341	16,514	159,438	163,669	159,774	145,897
Chlorkalium	6,788	0,905	4,625	8,602	8,379	6,586
Chlorcalcium	24,550	5,689	9,627	11,068	47,197	31,075
Brommagnesium	5,253	0,192	5,559	5,038	8,157	1,374 [2]
Schwefels. Kalk	0,840	0,343	0,760	0,780	0,889	0,701
	192,746	25,894	243,052	253,016	260,768	264,187

Die Ueberschüsse gegen die Analysen rühren her von dem für Kalk hinzukommenden Sauerstoff und von der Mehrberechnung des Chlors, aber die hier gegebenen Zahlen erreichen nie die Zahlen, welche für den direkt bestimmten Salzrückstand angegeben sind, da Kohlensäure, Ammoniak, Thonerde, Eisen, Kieselsäure, organische Substanz wohl als vorhanden angegeben, ihrer Menge nach jedoch nicht bestimmt wurden. In No. I, welches zur selben Zeit und nicht weit von No. XI geschöpft wurde, tritt die Einwirkung der oben erwähnten Gegenströmung, welche das schwerere Wasser nach Norden bringt, namentlich in dem grosser Bromgehalt sehr bestimmt hervor, ebenso in den älteren Analysen, welche jedoch bis auf die von Genth (5,341 Br^2Mg in 222,886 Salzrückstand) alle geringeren Bromgehalt angeben. Es findet sich unter Umständen, welche nach dem geringen Gehalt an Chlormagnesium und dem grossen Gehalt an Chlorcalcium nicht ganz aufgeklärt sind, nach Analyse I auf der Oberfläche ein ebenso grosser Bromgehalt als in der Tiefe. Lartet möchte eine Zunahme des Bromgehalts mit der Tiefe annehmen, führt aber selbst die sehr grosse Menge des Broms in No. VII auf unterseeische Quellen zurück. Der grössere Salzgehalt wird in Tiefen von 42 m ab (s. No. IV), wenn auch nicht ganz constant, so doch entschieden bemerklich, namentlich im Gehalt von Chlormagnesium. Das Ueberwiegen des Chlormagnesiums über Chlor-

[1]) Analyse von Booth und Muckle; aus 185 Faden Tiefe; sp. G. 1,22742. Lynch. Off. report 204. An anderen Punkten wurden 48,47 Chlorcalcium, also nahe so viel als in No. VII., in 1000 Th. Wasser gefunden. — [2]) Bromverbindungen, nicht allein Brommagnesium.

Ort, an dem das Wasser geschöpft wurde:	Tiefe in Metern	Sp. G. bei 15°	Salzrückstand von 1000 Th. Wasser	Chlor	Brom	Schwefelsäure	Kohlensäure	Natrium	Magnesium	Calcium	Kalium	Ammoniak	Thonerde und Eisen	Kieselsäure	Organ. Substanz	Summa.
I. NW-Ende des Todten Meeres	Oberfläche	1,1647	205,789	126,521	4,568	0,494	Spur	22,400	25,529	9,094	3,547	Spur	Spur	Spur	Spur	192,153
II. Am ras Dale, etwa in der Mitte des Todten Meeres .	Oberfläche	1,0216	27,078	17,628	0,167	0,202	Spur	0,885	4,197	2,150	0,474	Spur	Spur	0,006	Spur	25,709
III. 5 Meilen östlich vom Wadi Mrabba	20	1,1877	204,311	145,543	3,204	0,362	Spur	13,113	29,881	11,472	3,520	—	—	—	—	207,095
IV. Nahe am ras Mersed . .	42	1,2151	260,994	165,443	4,834	0,447	Spur	24,786	41,004	3,693	2,421	—	—	—	—	242,628
V. 5 Meilen östlich vom ras Feschkah	120	1,2225	262,648	166,340	4,870	0,451	Spur	25,071	41,306	3,704	3,990	—	Spur	Spur	—	245,732
VI. Ebenda	200	1,2300	271,606	170,423	4,385	0,459	Spur	25,107	42,006	4,218	4,503	—	Spur	Spur	—	251,101
VII. 5 Meilen östlich vom Wadi Mrabba	300	1,2563	278,135	174,985	7,093	0,523	—	14,300	41,428	17,269	4,386	—	—	—	—	259,984
VIII. Nahe am Djebel Usdom	Oberfläche	1,1740	209,154	—	2,633	—	—	—	—	—	4,331 Kali	—	—	—	—	—
IX. Zwischen ras Senin und dem Südende der Halbinsel Lisan	Oberfläche	1,1700	210,366	—	2,662	—	—	—	—	—	nicht angegeben	—	—	—	—	—
X. An der Mündung des Wadi Mojele	Oberfläche	1,1500	146,336	—	3,590	—	—	—	—	—	3,875	—	—	—	—	—
XI. An der Mündung des Jordans	Oberfläche	1,085	24,182	—	0,486	—	—	—	—	—	5,070 Kali	—	—	—	—	—
XII. 2 Meilen östlich vom Aïn-Ghuwier	140	1,2280	256,010	—	4,463	—	—	—	—	—	nicht angegeben	—	—	—	—	—
XIII. Ebenda	240	1,2320	276,989	—	4,456	—	—	—	—	—	5,984 Kali	—	—	—	—	—
XIV. 5 Meilen östlich vom Wadi Mrabba	60	1,2310	273,572	—	4,754	—	—	—	—	—	5,250 Kali	—	—	—	—	—
XV. Ebenda	80	1,2340	274,643	—	4,411	—	—	—	—	—	5,943 Kali	—	—	—	—	—

natrium neben dem fast gänzlichen Fehlen der Sulfate, dem grossen Gehalt an Brommagnesium und Chlorcalcium ist das Bezeichnende für das Wasser des Todten Meeres, wie auch in den älteren Analysen des Oberflächenwassers hervortritt. Als Typus des Wassers der Tiefen kann No. VI (u. XVI) viel entschiedener gelten als No. VII, welches, wie die auffallend grosse Menge an Brom und Kalk und ein ganz abweichendes Verhältniss von Chlornatrium zu Chlormagnesium zeigt, unter besonderen Einflüssen steht. Lartet bezieht den Kalkgehalt von No. VII und III, welche an demselben Punkt aus verschiedenen Tiefen geschöpft wurden, auf die Nähe der heissen Quellen von Zara, welche zum Theil am See hervortreten und die ganze Ebene mit Kalkabsätzen bedeckt haben.

Abgesehen von lokalen Schwankungen scheint von 42 m Tiefe ab das Wasser ungefähr dieselbe Zusammensetzung und Concentration zu besitzen. Sicher drückt die grosse Menge des Broms (vergl. weiter unten A), welches nicht im Jordanwasser, wohl in dem Wasser der heissen Quelle von Tiberias nachgewiesen ist und in den übrigen heissen Quellen vorhanden sein mag, eine grosse Concentration der Salzlösung aus. Bischof erwähnt, dass nach Schubert in Folge mangelnder Luftströmungen über dem Todten Meer stets ein dicker Nebel ruht, so dass die Einwohner von Jericho (453 engl. Fuss über dem Todten Meer) die südlichen Küsten nie zu Gesicht bekommen: ein Beweis für die ungewöhnlich grosse Verdunstung.[1])

Auf 100 berechnet ergeben die Salzmengen von

	I	IV	VI	VII	A
Chlornatrium	29,56	25,94	25,24	13,95	80,68
Chlormagnesium	51,02	65,60	64,68	61,27	8,87
Chlorkalium	3,52	1,90	3,40	3,21	1,47
Chlorcalcium	12,74	3,96	4,38	18,10	—
Brommagnesium	2,72	2,29	1,99	3,13	—
Kalksulfat	0,44	0,31	0,31	0,34	0,62
Magnesiasulfat	—	—	—	—	6,79
Bromnatrium	—	—	—	—	1,57 [2])
	100	100	100	100	100
Salzmenge rund	193	243	253	261	275

Unter A sind zum Vergleich nach Usiglio[3]) die Zahlen aus der Mutterlauge des Mittelmeerwassers von 1,210 sp. G. (= 25° Baumé) mit 275,446 Salzrückstand beigefügt. Nach Usiglio schlägt sich aus Mittelmeerwasser erst bei einem sp. G. von mehr als 1,210 (im Todten Meer bei 42 m Tiefe erreicht) Chlornatrium mit etwas Magnesiasulfat und Chlormagnesium nieder, während Chlormagnesium, Chlorkalium und Bromnatrium gelöst bleiben. Je mehr Chlornatrium sich abscheidet, desto mehr Chlormagnesium bleibt gelöst. Wie wenig No. IV und VI mit A vergleichbar sind, zeigt ausser dem in A fehlenden Chlorcalcium und dem in IV und VI fehlenden Magnesiasulfat das Verhältniss von

[1]) Chem. Geol. II. 49. — [2]) Entspricht 1,40 Brommagnesium. — [3]) Ann. chim. phys. (3) 27. 182. 1849.

Chlornatrium zu Chlormagnesium, in A = 100 : 10,99, in IV = 100 : 252,89; ähnlich in I und VI, noch abweichender in VII. Mit Rücksicht auf die Menge des im Wasser des Todten Meeres enthaltenen Chlormagnesiums, welches im Gegensatz zum Chlornatrium sich nicht niederschlägt, sondern gelöst bleibt, erscheint die Zunahme desselben in der Tiefe (IV, VI, VII) vollständig erklärlich.

In den Niederschlägen des Todten Meeres ist Chlornatrium in reicher Menge enthalten. Anderson[1]) fand im getrockneten Sediment aus 116 Faden Tiefe 20,5 pCt. in Wasser Lösliches, meist Kochsalz. Vom Rest lösten sich 57,5 pCt. in Salzsäure; das in Salzsäure Unlösliche bestand hauptsächlich aus Quarzsand, fein vertheiltem Basalt und Feuerstein. Darnach besteht das Ganze aus 20,50 pCt. in Wasser Löslichem; 34,25 pCt. $CaOCO^2$; 0,18 pCt. $MgOCO^2$; 5,76 pCt. $\overline{Fe}O^3$; 5,53 pCt. Thonerde und 33,78 pCt. in Säure Unlöslichem. Trotz des Magnesiagehaltes im Kreidekalk der Umgebung des Todten Meeres wird also nur wenig Magnesiakarbonat abgesetzt. Nach Lartet[2]) besteht das Sediment der Tiefe aus bläulichgrauem Thon mit zahlreichen Kochsalzwürfeln und Gypslinsen. Sicher wird also ausser dem suspendirten und gelöstem Kalkkarbonat Kochsalz und Gyps niedergeschlagen, ein Gyps enthaltender Salzthon. Genth[3]) fand in 1000 Theile des 1857 geschöpften Wassers suspendirt 0,087 Eisenoxydhydrat und 0,113 Thonerde, gelöst 0,042 Kalkkarbonat; Roux[4]) in dem am 24. April 1862 nahe der Jordanmündung geschöpften Wasser 0,32 Kalkkarbonat, Eisenoxyd und Thonerde. Boutron-Charlard und O. Henry geben in 1000 Theilen des im April 1850 geschöpften Wassers 9,54 kohlensaure Erden an. Der Wechsel im Gehalt an Erdkarbonaten muss demnach sehr gross sein.

Urmiah-See, Tüs-Tschöllü, Issyk-Kul.

Ganz anders zusammengesetzt als das Wasser des Todten Meeres ist das des Urmiahsees im nordwestlichen Persien. Er bedeckt 81,6 Quadratmeilen, liegt in 5116 engl. Fuss Meereshöhe und ist nach Monteith im Maximum 45 Fuss tief.

In 1000 Theilen Wasser fand Hitchcock[5]) a und b,[6]) Abich[7]) c.

[1]) Lynch. Off. Rep. 203. In welcher Form die Thonerde in dem in Salzsäure löslichen Antheil des Sediments enthalten ist, wird nicht angegeben. Sie ist wohl als Silikat vorhanden. — [2]) Bull. géol. (2) 22. 455. 1865. — [3]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1859. 849. — [4]) Compt. rend. 57. 602. 1863. — [5]) Reports of the I, II, III meetings of the Assoc. of Americ. geolog. and natural. Boston. 1843. 404. Das Wasser war am 20. Sept. am Nordende des Sees geschöpft. ib. 408. Das am 1. Juli bei der Stadt Urmiah und bei höherem Wasserstande geschöpfte Wasser hatte nur ein sp. G. von 1,114. — [6]) Analyse a umgerechnet auf Magnesia- und Kalksulfat statt Natronsulfat. — [7]) Mém. Acad. St. Pétersbourg (6) 7. 23. 1859. Neu von mir berechnet. Im Februar 1855 am westlichen Seeufer geschöpft. Nach direkter Bestimmung 222,8 Rückstand. Die Kalkmenge der Analyse reicht nur für 0,14 Chlorcalcium. Marcet (Studer. Phys. Geogr. 1. 74) fand im Urmiahsee 271,1 feste Bestandtheile: 170 Chlornatrium; 20,6 Chlormagnesium; 80,5 Natronsulfat; sp. G. 1, 16507.

	a	b	c
Chlornatrium	181,16	190,47	190,72
Chlormagnesium	11,52	5,22	15,74
Chlorcalcium	1,48	—	0,14
Kalksulfat	—	1,81	0,74
Magnesiasulfat	—	8,00	13,29
Natronsulfat	11,34	—	
Brom	Spur	Spur	Spur
	205,50	205,50	220,63
sp. G.	1,155	sp. G.	1,175 b. 15⁰ R.

Hitchcock, der die starke Schwefelwasserstoffentwickelung des Sees hervorhebt, leitet, und ebenso Abich, den Salzgehalt von den 8—40 Miles im Osten und Norden des Sees befindlichen Salzablagerungen her, welche nach Abich's Bestimmungen dem Tertiär angehören. Nach Hitchcock tragen auch die in der Nähe des Sees vorkommenden Mineralquellen, welche zum Theil Schwefelwasserstoff entwickeln und oft Kalktuffe absetzen, zum Salzgehalt bei.

Auf 100 berechnet enthält

	a	b	c
Chlornatrium	88,2	92,69	86,44
Chlormagnesium	5,6	2,54	7,14
Chlorcalcium	0,7	—	0,06
Kalksulfat	—	0,88	0,34
Natronsulfat	5,5	—	—
Magnesiasulfat	—	3,89	6,02
	100	100	100

Eine Zusammensetzung, die sich bei Abich bis auf den hier sehr geringen Gypsgehalt einigermaassen der des Meerwassers (s. S. 493) nähert, aber von der des Todten Meeres schon durch den grossen Gehalt an Sulfaten und die geringe Menge des Chlormagnesiums abweicht. Nach der Salzmenge würden etwa 9 Kubikfuss Wasser einen Kubikfuss Salz liefern können; im Sommer setzen sich Salzkrusten am Rande ab.

Abich (l. c. 26) bemerkt, dass der in 29⁰ N.Br. O. von Schiras südlich der Ruinen von Persepolis liegende und fortdauernden Niveauveränderungen ausgesetzte Salzsee Bachtegan oder Derja i Nemek eine Wiederholung des Urmiahsees in kleinerem Maassstabe darstellt. Das Zagrosgebirge in seiner Nähe führt ebenfalls tertiäres Steinsalz.

Der grosse Salzsee bei Kodj-Hissar NO von Konija in Karaman, dem alten Lykaonien, scheint nach Hamilton einer ähnlichen Bildung sein Dasein zu verdanken. Er ist vollständig mit Salz gesättigt, so dass Fische nicht darin leben können.[1])

Das Wasser des in 4540 engl. Fuss Meereshöhe liegenden und abflusslosen

[1]) Bull. géol. (2) 22. 422 und 23. 720. Tüs-Tschöllü, 850 m Meereshöhe.

Issyk-Kul-Sees an der russisch-chinesischen Grenze ist nach Semenow[1]) brakisch und fast ungeniessbar. Dasselbe gilt von dem nördlicher gelegenen Balchaschsee, dessen Wasser bittersalzig ist.[2]) Schwachsalzige Seen sind auch in dem östlich gelegenen Alakulseensystem vorhanden; N. v. Samarkand wird ein Salzsee Tuskane angeführt.

Salzsee Kuku-Nor und Salzseen im westlichen Tibet.

Das im Spätherbst 1872 durch N. von Przewalski geschöpfte Wasser des 10500 engl. Fuss über dem Meer liegenden Kuku-Norsees (= blauen Sees) in Tibet untersuchte C. Schmidt.[3]) Das Wasser (sp. G. $1,_{00907}$ bei $19,_7{}^0$ C) enthält in 1000 Theilen:

Cl Na	$6,_{9008}$	=	$64,_{43}$	pCt.
Cl K	$0,_{2209}$		$2,_{06}$	
Cl Rb	$0,_{0055}$		$0,_{05}$	
Cl^2 Mg	—		—	
Br^2 Mg	$0,_{0045}$		$0,_{04}$	
Mg O S O^3	$0,_{9324}$		$8,_{70}$	
Na^2 O S O^3	$1,_{7241}$		$16,_{10}$	
Ca O S O^3	—		—	
Ca O C O^2	$0,_{4725}$		$4,_{41}$	
Mg O C O^2	$0,_{4330}$		$4,_{04}$	
Fe O C O^2	$0,_{0038}$		$0,_{04}$	
Ca O P^2 O^5	$0,_{0028}$		$0,_{03}$	
Si O^2	$0,_{0098}$		$0,_{09}$	
	$10,_{7101}$		$99,_{99}$	

Der bedeutende Gehalt an Erdkarbonaten erklärt sich durch das Zuströmen vieler Bäche. Westlich vom Kuku-Nor, durch den 13500 Fuss hohen Gebirgskamm getrennt, liegt der kleine Salzsee Dalai-Dabassu, welcher weisses Salz absetzt. Weiter westlich liegt am Fuss jenes Kamms, 1700 Fuss unter dem Spiegel des Kuku-Nor, der weite Salzsumpf der Tsaidam-Niederung, welcher sich ununterbrochen bis zum Lob-Nor erstreckt.[4])

Im westlichen Tibet,[5]) namentlich in den Provinzen Rupchu und Pangkong treten zahlreiche Salzseen, in Meereshöhen von 14000—15684 Fuss auf. Die fortschreitende Erosion der Thäler hat frühere grosse Süsswasserseen entwässert. Seen, die wegen ihrer grösseren Tiefe zum Theil nicht entwässert wurden, so dass ihr gegenwärtiges Niveau tiefer liegt als ihr früherer Abfluss, sind durch die örtliche Verdampfung, welche grösser ist als der jetzige Zufluss. aus Süsswasserseen in Salzseen umgewandelt. Der salzigste unter den grossen Seen, der Tsomognalari, gibt auf 1000 Theile Wasser $13,_5$ Salzrückstand, im Vergleich zu oceanischem Wasser (35 Salzrückstand) eine geringe Menge.

[1]) Petermann. Geogr. Mitth. 1858. 359. — [2]) ib. 1868. 78. — [3]) Bull. Acad. St. Pétersbourg. 24. 214. 1877. — [4]) ib. 215. — [5]) H. von Schlagintweit. Zweiter Jahresber. d. geograph. Ges. in München 1872. 38—40.

Bitterseen des Suezkanals.

Nördlich von Suez, südlich von Ismaila lag das vor dem Durchstich trockene Bassin der Bitterseen. Bis auf 13,2 m Tiefe im Maximum, so tief bohrte man, fanden sich in dem im Mittel 13 km langen, 5,12 km breiten, im Mittel 9,68 m mächtigen Salzstock bis 25 cm (meist 6—10 cm) starke Salzschichten, getrennt durch dünne Erdlagen und kleine Gypsprismen. In 1,47 m Tiefe von der Oberfläche ab fand man eine 112 mm mächtige Schicht aus pulverigem Gyps und Thon, so wie eine zweite 70 mm mächtige Lage von fast reinem pulverigen Gyps. Wahrscheinlich bildeten die Bitterseen früher einen wenig tiefen Golf des rothen Meeres.[1] In der Ebene zwischen Schalouf und Suez finden sich reichlich Gypskrystalldrusen.[2]

Im Wasser der Bitterseen des Suezkanals fand Durand-Claye[3] als Maximum einen Salzgehalt von 74,70 in 1000 Theilen Wasser; örtlich sinkt der Salzgehalt auf 47,30 Theile. C. Schmidt[4] fand in dem am 31. October 1875 bei Ismaila geschöpften Wasser I. (sp. G. 1,03898 bei 22,1° C.); Hornemann[5] im Wasser der Bitterseen (sp. G. 1,047) II.

	I.	II.	I. in 100.	II. in 100.
Cl Na	40,4336	45,08	79,25	80,05
Cl K	0,6231	—	1,22	—
Cl Rb	0,0265	—	0,05	—
Cl^2 Mg	4,7632	5,64	9,33	10,02
Br^2 Mg	0,0779	—	0,15	—
Mg O S O^3	3,2231	2,94	6,32	5,22
Ca O S O^3	1,8593	2,65	3,64	4,71
Ca P^2 O^6	0,0029	—	0,01	—
Ca O C O^2	0,0050	—	0,01	—
Fe O C O^2	0,0050	—	0,01	—
Si O^2	0,0027	—	0,01	—
	51,0223	56,31	100	100

Nordafrikanische Küste und Sahara.

Im Gebiete des Atlas und der Sahara finden sich zwischen den Bergketten und in den Bodendepressionen zahlreich abflusslose, ursprünglich süsse Wasseransammlungen, die, aus den Gyps und Salz führenden Gesteinen (Obermiocän und Pliocän nach Coquand)[6] ernährt, durch Verdampfung des Wassers in Salzseen und Salzablagerungen umgewandelt sind. Erstere heissen Schott oder Sebkha und erreichen zum Theil bedeutende Dimensionen. Der Sebkha el Saïda

[1]) F. de Lesseps. Ann. chim. phys. (5) 3. 139. 1874 und Bader. Verhandl. geolog. Reichsanst. 1869. 287. — [2]) l. c. 301. — [3]) Ann. chim. phys. (5) 3. 188 und ff. 1874. — [4]) Bull. Acad. St. Pétersb. 24. 232. 1877. — [5]) Petermann. Geogr. Mitth. 1872. 191. Die Spuren der Bromverbindungen sind als Chlornatrium berechnet, Kalisalze fehlten ganz. Der Botaniker G. Wallis schöpfte das Wasser bei seiner Rückkehr von den Philippinen nach Europa. — [6]) Bull. géol. (2) 25. 432. 1868.

(S. von Bugia) ist 15—18 Lieues lang und im Mittel 3 Lieues breit. Der westliche Salzsee Zharez-Rharbi, 40 km lang, im Mittel 8 km breit, enthält eine auf 127 Millionen Kubikmeter berechnete Salzmasse, der östliche Zharez-Chergui ist noch grösser. In 1000 Theilen enthält nach Ville[1]) das Wasser des Ouedrharbi (sp. G. $1{,}_{2147}$) 288 Theile Salz, der Salzgehalt kommt also dem des Todten Meeres aus grösserer Tiefe nahe. Im Sebkha von Hodna, der grösser ist als der Genfer See, fand Brossard auch Brom.[2]) Der salzreiche Sand vom Boden des grossen Schott Melr'ir (bei Kudiat-Gartufa) enthält nach Ville[3]): Cl Na $20{,}_{71}$ pCt., Cl K $2{,}_{43}$ pCt., Ca O S O^3 $24{,}_{52}$ pCt., Mg O S O^3 $1{,}_{18}$; Sand und Erdkarbonate $51{,}_{16}$ pCt., also sehr viel Gyps. Auch in den Zharez ist der Boden mit Salzkrystallen bedeckt. In den Salzkrusten der Schotts findet sich nach Le Chatelier neben Chlornatrium Natronsulfat in verschiedenen Mengen.[4])

Grosser Salzsee, Utah.

Um den Great saltlake (4210 Fuss über dem Meeresniveau, s. Analysen 21 und 22, S. 471) zeigen alte Terrassen ein früheres, 900 Fuss höheres Wasserniveau. Die Verdunstung ist stärker als der Zustrom. An den flachen Seerändern bildet sich bisweilen eine so feste Schicht Salz, dass bei anhaltend trocknem Wetter selbst Lastthiere darüber hinschreiten können. An den tiefsten Stellen beträgt die Tiefe des in der grössten, der NW- — SO-Richtung, 80 Miles langen Sees nicht 50 Fuss. In ihn münden vier bedeutende Flüsse, der Bear, Ogden, Weber und Jordan river. Das Niveau des Sees, der den tiefsten Theil des Utahbassins einnimmt, wechselt je nach den Schwankungen des Klimas in verschiedenen Jahren: von 1861 bis 1869 stieg das Niveau um 11 Fuss.[5]) Ebenso wechselt der Salzgehalt. Basset[6]) fand bei 10 Fuss höherem Wasserstande im August 1873 nur $134{,}_{2}$ p. m. Salzgehalt. Der See enthält keine Fische, wohl einen kleinen Kruster Artemia fertilis Vervill.[7])

Der südsüdwestlich vom grossen Salzsee gelegene, viel kleinere Seviersee hat $86{,}_{4}$ p. m. Salzgehalt, darunter $62{,}_{8}$ Chlornatrium; $10{,}_{8}$ Chlormagnesium; $13{,}_{4}$ Natronsulfat; $0{,}_{04}$ Kalksulfat.[8]) Der südlich vom grossen Salzsee und 300 Fuss höher gelegene Utahsee, welcher durch den Jordanriver seinen Ueberschuss in den Saltlake ergiesst, ist ein Süsswassersee.

Der Boden der Desert region um den Saltlake ist oft mit Salzlagen von mehreren Zoll Stärke bedeckt. Im benachbarten Nevada sind zahlreiche Salzseen und Salzabsätze vorhanden. Die Absätze der „Alkaliflats" enthalten Chlornatrium, Sulfate von Natron und Kali.

[1]) ib. 444. (vergl. (2) 9. 375. 1852 und (2) 13. 407. 1856). — [2]) ib. 451. Der Sebkha el Saida liegt auf dem Hodnaplateau. — [3]) ib. (2) 16. 739. 1859. — [4]) Compt. rend. 84. 397. 1877. — [5]) King. Rep. geol. explor. of the fortieth parallel. II. 432. 1877. — [6]) Chem. news. 28. 236. 1873. — [7]) Amer. J. of sciences. Nov. 1869. — [8]) Wheeler. Explorat. W. of the 100. Merid. III. 114. 1875.

Natronseen.

Wie die unten folgenden Analysen zeigen, macht in den Natronseen das Natronkarbonat nur selten die Hauptmasse aus, es wird stets von Chlornatrium und Natronsulfat begleitet, neben denen sich häufig Sulfate, Karbonate, Kieselsäure einfinden. Ueber Herleitung des Natronkarbonates aus Natronsulfat und durch Verwitterung siehe Seite 463.

Der Vansee (No. 1) liegt im Tertiärgebiet; der See bei Teschburun (No. 3) am äussersten Ende umfangreicher Lavaströme. Die in der heissen Jahreszeit an den Ufern des letzteren abgesetzten Salzkrusten enthalten 22,91 pCt. Natronkarbonat; 51,49 pCt. Chlornatrium; 16,05 pCt. Natronsulfat und 9,88 pCt. Wasser. Der See von Gusgundag (No. 4—6) hat etwa 1—2 Werst Umfang und trägt auf seiner dunkelrothen Oberfläche Schollen von Salz, das aus 16,09 pCt. Natronkarbonat; 1,62 pCt. Chlornatrium; 80,56 pCt. Natronsulfat und 0,55 Wasser besteht und Spuren von Mangan und Magnesia enthält. Aehnlich ist das am Boden des Sees abgesetzte Salz zusammengesetzt. Nach H. Wolf[1]) liegt der Palicsee im Lösslehm, daher sein Natrongehalt.

1000 Th. Wasser enthalten:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kohlens. Natron	5,4384	7,14	9,81	43,1	37,00	239,08	29,248	1,2308	1,373	0,11259
Chlornatrium .	8,1067	9,38	49,74	306,8	213,58	53,78	64,941	0,5724	1,798	0,01791
Schwefels. Natron	2,5868	3,33	6,91	79,9	55,74	53,96	13,763	0,0956	—	0,00959
Schwefels. Kali .	0,5406	0,55	—	—	—	—	3,652	—	—	—
Schwefels. Magn.	0,2267	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Kalk .	—	—	—	—	—	—	0,466	0,0364	0,375	0,05398
Kohlens. Magnes.	0,2672	0,43	—	—	—	—	0,065	0,2599	0,531	0,02112
Kohlens. Eisenoxydul . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,0146	—	—
Kieselsäure . .	0,0358 (Kieselsäure und Thonerde)	0,18	—	—	—	—	0,205	0,0061	0,057	0,00295
Thonerde . . .		—	—	—	—	—	—	—	0,063 (Thonerde und Eisenoxyd)	—
Eisenoxyd. . .	—	Spur	—	—	—	—	—	—		—
Schwefelnatrium	—	—	—	—	—	—	0,238	—	—	—
Organ. Substanz und Verlust .	—	—	—	—	—	—	—	vorhanden	0,210	—
Summa . .	17,2022	21,01	66,46	429,8	306,32	346,80	112,578	2,2153	4,407	0,21814

1. Vansee, West-Armenien; sp. G. 1,0157—1,0194 bei 19,5°. Abich. Mém. Acad. St. Pétersbourg. 7. 37. 1856. Wasser schwach rosenroth. Meereshöhe 4800 p. Fuss.
2. Vansee; sp. G. 1,0188 bei 19,5°. Natronkarbonat aus Sesquikarbonat berechnet. Chancourtois, Compt. rend. 21, 1121. 1854.

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 17. 546. 1867.

3. See bei Tasch-Burun, am NW-Fuss des grossen Ararat, Araxes-Ebene. Ende October geschöpft. Abich. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 5. 118. 1847.
4. Güsgundag, Chanat von Maku, am Karassu und an der Seite eines Lavastromes SO. am kleinen Ararat. Ueber Thonschlamm im Juli geschöpft; sp. G. 1,2791; röthlich. Abich. l. c. p. 42.
5. Ebenda. Juli 1845 geschöpft. Abich. l. c. 123.
6. Ebenda. Juli 1845 geschöpft. Kleine Lachen, weingelb gefärbt, in der Nähe von No. 5. Abich. l. c. 42.
7. Sodalake, Carson desert. Nevada. Rückstand direkt bestimmt 114,7. Allen in King. United States geol. explor. of the fortieth parallel. 1877. II. 747.
8. See Palic, Banat, zwischen Szegedin und Theresiopol; sp. G. 1,002 bei 20⁰. K. v. Hauer. Jahrb. geol. Reichsanst. 7. 361. 1856.
9. Natronsee, Theben, Aegypten. Im Wasser fehlen Sulfate, Brom, Jod, Salpetersäure; von Kali Spur. Gelb durch gelöste organische Stoffe. Natron als Bikarbonat vorhanden. Willm. Compt. rend. 54. 1224. 1862. Gehalt im Liter.
10. Laacher See, 847 Fuss Meereshöhe. Bischof. Chem. Geol. I. 316. 1863.

Auf 100 berechnet, ergiebt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Natronkarbon.	31,61	33,98	14,76	10,03	12,08	68,94	25,98	55,54	31,16	51,61
Chlornatrium .	47,13	44,64	74,84	71,38	69,72	15,50	57,69	25,84	40,80	8,21
Natronsulfat .	15,04	15,85	10,40	18,59	18,20	15,56	12,23	4,32	—	4,40
Kalisulfat . .	3,14	2,62	—	—	—	—	3,24	—	—	—
Magnesiasulfat	1,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalkkarbonat .	—	—	—	—	—	—	0,41	1,64	8,51	24,75
Magnesiakarb.	1,55	2,05	—	—	—	—	0,06	11,73	12,05	9,68
Eisenoxydulk.	—	—	—	—	—	—	—	0,66	—	—
Kieselsäure .	} 0,21	0,86	—	—	—	—	0,18	0,27	1,29	1,35
Thonerde, Eisenoxyd, org.Sustanz.		Spur	—	—	—	—	0,21a	—	6,19	—
Summa . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

a Schwefelnatrium.

Nach Virlet d'Aoust[1]) wird aus der Lagune Peñon blanco, Staat San Louis Potosi, Mexiko, durch natürliche Verdunstung ein Salz (téquezquité) gewonnen, das 51,60 pCt. $Na\,O\,C\,O^2$, 15,30 pCt. $Na^2\,O\,S\,O^3$, 4,50 Cl Na, 24,60 pCt.

[1]) Bull. géol. (2) 22. 468. 1865.

Wasser und organische Substanzen enthält. Ebenso liefern die Seen von Tezcuco und Xochimilco bei Mexico reichliche Mengen von Natronkarbonat. Virlet ist geneigt dieses aus der Verwitterung der Natronfeldspäthe der dortigen Porphyre abzuleiten, zu denen sich die Salze aus Quellen und Gasentwickelungen gesellen.

Im Nevadaplateau sind Natronseen und Absätze mit einem Gehalt an Natronkarbonat nicht selten. Nach Allen enthält das Wasser des Humboldtlake (3923 Meereshöhe) $0{,}09$ pCt. Festes, von welchem Natronkarbonat etwa ein Viertel ausmacht. Borsäure war in Spuren vorhanden. Aehnlich ist wahrscheinlich das Wasser der Carsonlake zusammengesetzt. Nordwestlich, östlich von Ragtown am Carsonriver, liegen in 4055 Fuss Meereshöhe Natronseen, deren Wasser im August nach Allen bei sp. G. von $1{,}00975$ $11{,}47$ pCt. Festes enthielt, davon etwa ein Viertel Natronkarbonat. An dem flachen Ufer setzen sie reichlich Trona (Natronsesquikarbonat) und Gaylussit ab.[1] Auch im Deep Creek Valley (40° N. Br.), Grenze zwischen Utah und Nevada, finden sich Absätze, die nach Woodward aus $37{,}09$ Natronsesquikarbonat; $38{,}25$ Chlornatrium; $17{,}54$ pCt. Natronsulfat und $4{,}71$ Kalisulfat bestehen und Borsäure enthalten. Hier wie in Nevada sind trachytische Ausbrüche in der Nähe.[2]

So gering auch der Gehalt an festen Bestandtheilen im Laacher See (No. 10) gegenüber dem der übrigen Natronseen erscheint, so gehört der Laacher See dennoch hierher. Bischof bemerkt mit Recht, dass bei überwiegender Verdunstung der Hauptbestandtheil des auskrystallisirenden Salzes Natronkarbonat sein würde. Die aus vulkanischen Tuffen bestehende Umgebung enthält zahlreiche Mineralquellen mit bedeutendem, von Bischof bestimmtem Gehalt an Natronkarbonat.

Im ungarischen Tieflande wittert Soda aus dem Boden, welche als „gekehrte rohe Soda" noch reichlich Kochsalz, Gyps und Glaubersalz enthält.

Nach E. von Kvassay verdanken die dortigen Sodaplätze ihren Ursprung zerstörten Kochsalzlagern; in den Natrongegenden ist der Kochsalzgehalt der Wasser bedeutend. Nach v. Kvassay entsteht wahrscheinlich aus $Cl\,Na$ und $Ca\,O + 2\,C\,O^2$ Chlorcalcium, Kalkkarbonat und Natron-Sesquikarbonat; das letztere efflorescirt, das Chlorcalcium zieht sich tiefer in die Erde.[3]

Boraxseen.

Borsäure ist in vielen Thermen und Mutterlaugen der Salinen nachgewiesen. Zusammen mit Steinsalz findet sich Borax (Tinkal) in hochgelegenen Seen von Tibet und Nepal; besonders am See 15 Tagereisen nördlich von Teschu Lumbu in Grosstibet, wo an den flachsten Stellen und Ufern Tinkal. im tiefsten Theil des Sees Steinsalz gefunden wird. Auch die Gegend von Potosi und Ceylon wird als Fundort für Tinkal angegeben.[4] An allen Punkten

[1]) A. Hague in Geol. Explor. of the fortieth parallel II. 742 und ff. 1877. cf. ib. 791. — [2]) Emmons. ib. 474. cf. 541. — [3]) Jahrb. geol. Reichsanst. 26. 444. 1876. Vergl. auch Szabo. ib. 1. 331. 1850. — [4]) Hausmann, Mineral. II. 1431. Bischof. Chem. Geol. II. 276 nennt als Fundort des Tinkal den tibetanischen See Mapin monta-bi, H. v. Schlag-

tritt der Zusammenhang mit Chlornatrium, an vielen der mit borsäure- und schwefelwasserstoffhaltigen Thermen hervor.

Nach H. v. Schlagintweit kommt im westlichen Tibet, im Púgathal in Rupchu, einer Provinz Ladák's, Borax als mächtige Ausscheidung von Thermen vor. In der Gegend derselben herrschen Diorite und krystallinische Schiefer, Absätze von Schwefel und Gyps sind häufig. Die Schwefelwasserstoff enthaltenden, bis $72{,}5^0$ heissen Thermen bilden auf der Boraxfläche bis 20 Fuss hohe Kegel, welche aus Quellentuff, eisenhaltigem Thon und Borax bestehen. Im Mittel hat die reinere flache Boraxablagerung eine Dicke von etwa drei Fuss und enthält Schwefel, Borsäure, sparsamer Kochsalz, Salmiak, Magnesiasulfat, Alaun. Die Boraxmasse hat etwa 10000 Fuss Länge und bedeckt der Quere nach fast vollständig die Thalsohle mit 1400 Fuss Breite.[1])

In Californien liegt N. von St. Francisco im vulcanischen Gebiet an der Südostseite des Clearlake der Boraxsee. Seine Ausdehnung ist je nach der Witterung verschieden. In der Nähe sind bis 75^0 heisse Quellen mit Schwefelwasserstoff, und wie man sagt, mit Kohlenwasserstoff, vorhanden. Eine solche heisse Quelle enthielt nach Campbell in 1000 Theilen $12{,}_{09}$ Chlornatrium; $14{,}_{76}$ Borax; $7{,}_{77}$ Natronkarbonat; $9{,}_{63}$ kohlensaures Ammoniak; $1{,}_{19}$ Kieselsäure; $0{,}_{18}$ Thonerde; $9{,}_{39}$ Flüchtiges $=$ $55{,}_{01}$ neben Spur von Jod, Gyps nnd Chlorkalium. Nach Moore enthielt das Wasser des Boraxsees September 1863 im Gallon 2402 Grains Festes, darunter ein Viertel Borax, ein Viertel Natronkarbonat und zwei Viertel Kochsalz. Im Schlamm des Sees liegen bis zu 2—3 Zoll Durchmesser zeigende Boraxkrystalle.[2])

Nach Burkart (l. c.) findet sich auch in Südcalifornien 140 Miles NO von Bakersfield ein geschlossenes Seebecken, das in der Mitte mit einer Kochsalzablagerung erfüllt ist. Um diese herum liegt ein 3 Fuss mächtiges Lager von Borax, darunter ein Gemenge von Borax und Natronsulfat.

Nach O. Loew liegt im nordwestlichen Theil von Nevada an der Central-Pacific-Eisenbahn in 4500 Fuss Seehöhe Hotsprings mit heissen Quellen, deren Temperatur 82—91^0 beträgt. Eine derselben (Temperatur $87{,}7^0$), welche ihre Umgebung mit Kieselsinter bedeckt, enthält in 1000 Theilen

intweit den See Bul Tso. Nach Des Cloizeaux (Minér. II. 19) kommt Borax in den Wässern der Gruben von Escapa bei Potosi, in China, der südlichen Tartarei und in Persien vor. Ueber borsaures Natron der Lagoni von Toscana s. bei Emanationen. Nach Abich (Bull. Acad. St. Pétersb. 6. 121. 1864) enthalten die zahlreichen Thermen der Umgebung des Urmiahsees zum Theil Natronborat; die Schwefelthermen von Jsti-Su neben Chlornatrium und Natronsulfat $0{,}_{50}$ pCt. Natronborat und $2{,}_{33}$ pCt. Natronkarbonat, beide mit Krystallwasser berechnet. Ausblühungen von dort enthielten $15{,}_{90}$ pCt. Borat und $24{,}_{30}$ pCt. Karbonat von Natron.

[1]) Sitzungsber. Acad. d. Wissensch. München. 1878. 518. Lage von Dera Puga: 33^0 12′ N. B.; 78^0 25′ Ö. L. (Gr.) Mittlere Höhe der Quellen 15 300 Fuss. — [2]) Burkart. Jahrb. Miner. 2874. 718 und Daubrée. Subst. minér. Exposition universelle de 1867. 227.

Borsaures Natron	0,020
Chlornatrium	1,349
Natronsulfat	0,693
Kalksulfat	0,047
Kieselsäure	0,297
Thonerde und Eisenoxyd	0,015
	2,421

In der Nähe liegen Salsen (Mudsprings), Haufen, aus deren Centrum heisses Wasser salzigen Thon auf die Oberfläche befördert, und erloschene Quellen, welche Hügel aus Kieselsinter aufgebaut haben. Im Sande des Gebirges liegen Nester und Schichten von mehr oder minder reinem Boronatrocalcit, welcher Sulfat und Karbonat von Kalk, Sulfat und Chlorid von Natron enthält. Der Boronatrocalcit ($Na^2O + 2\,CaO + 6\,B^2O^3 + 18$ aq) entstand, wie das Kochsalz und Glaubersalz, welches den Boden durchdringt, aus Verdunstung des Quellwassers; Kalksulfat und Borax lieferten die nöthigen Bestandtheile. Er enthält Spuren von Jod und Kali. Durch Einwirkung von Wasser entsteht aus dem Boronatrocalcit Hayesin (Borocalcit, $CaO + 2\,B^2O^3 + 6$ aq). [1])

In Nevada[2]) bei Brown's Station dem Humboldtlake gegenüber (s S. 488) kommen Salzabsätze vor, in denen Woodward fand 11,30 Borax; 49,67 pCt. Chlornatrium; 20,88 Natronsulfat; 18,15 pCt. Natronsesquikarbonat. Aehnliche Absätze finden sich im Thal des Humboldtriver oberhalb Osino Cañon.[3])

Meerwasser.

Den Ausgangspunkt für die Kenntniss der festen Bestandtheile des Meerwassers bilden die zahlreichen Arbeiten von Forchhammer, die er in dem Aufsatz: On the composition of sea-water in the different parts of the Ocean, Phil. transact. 155. 203—262. 1865. zusammengefasst hat. Nach ihm finden sich im Meerwasser folgende 27 Elemente.

1. Sauerstoff, Bestandtheil des Wassers und der meisten in diesem vorkommenden festen Verbindungen, auch als Gas absorbirt.

2. Wasserstoff, Bestandtheil des Wassers, der gelösten organischen Substanzen und des Ammoniaks.

3. Chlor. Macht nächst den Bestandtheilen des Wassers das in grösster Menge vorhandene Element aus.

4. Brom. Wie bekannt, aus den Mutterlaugen beim Eindampfen des Meerwassers gewonnen.

5. Jod. Wie bekannt in der Tangasche vorkommend.

6. Fluor. Von Dana in den kalkigen Korallenstöcken, von Forchhammer direkt nachgewiesen, indem er 100 Pfund Wasser des Sundes bei Kopenhagen

[1]) Hofmann. Bericht über d. Entwickelung d. chem. Industrie während des letzten Jahrzehnts. 1875. 333. — [2]) Nachweise über Vorkommen von Borax in Nevada bei Burkart. l. c. — [3]) King. Rep. geol. explor. of the fortieth parallel. II. 744 und 595. 1877.

eindampfte. Auch im Kesselstein der transatlantischen Dampfschiffe nachgewiesen.

7. Schwefel. Findet sich als Schwefelsäure, welche mit Baryt, Strontian, Kalk und Magnesia Sulfate bildet. Je grösser die im Meerwasser enthaltene Menge organischer Substanz ist, desto leichter entwickelt sich Schwefelwasserstoff; namentlich tritt diese Entwickelung ein in der Nähe der Küsten, im Bereich grösserer Strommündungen.

8. Phosphor. Phosphorsäure, an Kalk gebunden, fehlt nirgend im Meerwasser.

9. Stickstoff. Findet sich als Ammoniak im Meerwasser in geringer Menge; auch als Gas absorbirt.

10. Kohlenstoff. Ist theils als freie Kohlensäure, theils, wenn auch in sehr geringer Menge, als Kalkkarbonat im Meerwasser gelöst, theils als Bestandtheil der organischen Substanz vorhanden.

11. Silicium. Kommt als Kieselsäure vor. Sie findet sich auch in den Schalen der Meeresthiere und in den Schwämmen.

12. Bor. Borsäure lässt sich durch Eindampfen des Wassers, ferner in der Asche von Zostera marina und Fucus vesiculosus nachweisen.

13. Silber findet sich in den niederen Meeresthieren, wie Malagutti gezeigt hat. Forchhammer konnte in der Koralle Pocillopora alcicornis $^1/_{3\,000\,000}$ Silber nachweisen. Auch der Kupferbeschlag der lange fahrenden Schiffe fällt Silber aus dem Meerwasser aus.

14. Kupfer. Bis jetzt nicht direct im Meerwasser entdeckt, aber in Pocillopora zu $^1/_{500000}$, in der Koralle Heteropora abrotanoides zu $^1/_{350000}$ enthalten. Es findet sich auch in der Asche von Fucus vesiculosus und der Asche anderer Tange.

15. Blei. Kommt in den Meeresorganismen reichlicher vor als Kupfer. Heteropora abrotanoides enthält $^1/_{50000}$ Blei, Pocillopora alcicornis 8 Mal mehr Blei als Silber.

16. Zink. Nicht direkt nachgewiesen, findet sich reichlich in der Asche der Meerespflanzen. Die Asche von Zostera marina enthält in 400 Theilen $0{,}_{129}$ Zinkoxyd = $^1/_{80000}$. Zink kommt auch in der Asche von Fucus vesiculosus vor.

17. Cobalt und 18. Nickel. Lassen sich in der Asche von Seepflanzen nachweisen, z. B. von Zostera marina.

19. Eisen. Direkt im Meerwasser nachgewiesen; findet sich in grosser Menge in der Asche der Meeresorganismen.

20. Mangan. Bleibt als Manganoxyd mit dem Eisenoxyd, der Kieselsäure, dem phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, Fluorcalcium, schwefelsaurem Baryt und Strontian (und wahrscheinlich Kalk- oder Magnesia-Borat) zurück, wenn man den Abdampfrückstand des Meerwassers wieder in Wasser auflöst. Aus 500 Theilen trockener Zostera marina erhielt Forchhammer $81{,}_4$ Theile Asche, welche $3{,}_{195}$ Manganoxydul (= 4 pCt. der Asche) enthielten. Bischof. Chem. Geol. I. 448).

21. Aluminium. Thonerde lässt sich in filtrirtem Meerwasser nachweisen.

22. Magnesium. Magnesia findet sich in fast ebenso grosser Menge als Schwefelsäure im Meerwasser, nur Chlor und Natrium sind in grösserer Menge vorhanden. In Meeresorganismen fast constanter Begleiter des Kalkkarbonates: in Serpula filigrana finden sich $1{,}849$ pCt. Magnesiakarbonat.

23. Calcium. Kalk kommt in geringer Menge als Karbonat, Phosphat und Fluorcalcium vor, der Hauptsache nach als Sulfat. Obwohl die Flüsse Kalk in reichlicher Menge dem Meer zuführen, so bleibt nur wenig gelöst, da die Organismen soviel Kalk abscheiden.

24. Strontium. Lässt sich direkt[1]) und im Kesselstein der Dampfer nachweisen, ebenso in den Meerespflanzen, besonders in Fucus vesiculosus neben Baryt.

25. Baryum. Kommt reichlicher in der Asche der Meerpflanzen als in den Schalen und Corallen vor. Es kann direkt im Meerwasser und im Kesselstein der Dampfer nachgewiesen werden.

26. Natrium. Als Chlornatrium nächst Chlor der Hauptbestandtheil der Meeressalze.

27. Kalium. In geringerer Menge als Natrium direkt im Meerwasser als Chlorkalium nachweisbar.

Später hat Daubrée Arsen, Bizio (im Adriatischen Meere, spektralanalytisch) Lithium, Sonstadt Caesium, Rubidium, Gold nachgewiesen und C. Schmidt mehrfach die Menge des Chlorrubidiums bestimmt.

Ohne Frage sind ausser diesen 32 Elementen noch andere, wie Cadmium. Thallium, Indium u. s. w., wenn auch in sehr geringen Mengen im Meerwasser vorhanden, da von allen Elementen in Wasser lösliche Verbindungen auftreten.

Von den darin enthaltenen Elementen und Verbindungen sind nur wenige von Bedeutung, und die genaue Bestimmung sämmtlicher Stoffe wäre nur mit sehr grossen Mengen auszuführen. Von den wesentlichen Bestandtheilen sind Chlor und Schwefelsäure schnell und mit grosser Schärfe, ferner Kalk, Magnesia leicht, die Alkalien schwieriger bestimmbar. Wäscht man den Abdampfrückstand des Meerwassers bis zur Lösung des Gypses mit Wasser aus, so bleibt ein unlöslicher Rest, der im Maximum $^1/_{300}$ der Salzmenge und etwa $^1/_{190}$ bis $^1/_{270}$ der Chlormenge beträgt (s. Mangan unter No. 20). Forchhammer bestimmte in seinen Analysen Chlor, Schwefelsäure, Kalk, Magnesia (das Kali nicht immer) und berechnete danach den Natrongehalt, so dass Brom, Jod, Fluor, Kohlensäure, die organischen Substanzen und die übrigen in geringer Menge vorhandenen Substanzen vernachlässigt wurden. Ein Theil derselben, soweit sie nämlich nach dem Abdampfen in Wasser unlöslich sind, ist in Forchhammer's Analysen als Rückstand aufgeführt. Er theilte allen Kalk der Schwefelsäure, den Rest derselben der Magnesia zu und nahm den Rest der Magnesia, alles Natrium und Kalium als Chlorür an. Forchhammer fand das Verhältniss dieser Hauptbestandtheile des Meerwassers untereinander und zum Gesammtsalzgehalt, wofern es auf dem hohen Meer und weit entfernt von den Küsten geschöpft ist, sehr geringen Schwankungen unterworfen.

[1]) Nach Dieulafait (Compt. rend. 84. 1303. 1877) als Karbonat und Sulfat vorhanden.

Er bezeichnet als Coefficienten die durch Division der Salzmenge mit dem Chlorgehalt erhaltene Zahl. Ungleiche Salzmengen können daher denselben Coefficienten liefern.

Alle folgenden Angaben beziehen sich auf Wasser der Oberfläche, über das Wasser der Tiefe folgen die Angaben später. Nimmt man die Ostsee, den Sund, das Kattegat, die Nordsee, das Mittelmeer, das Schwarze, Rothe[1]) und Caraibische Meer aus, welche alle den Charakter von Baien des Weltmeeres tragen, so erhält man für 1000 Theile Oceanwasser im Mittel nach Forchhammer:

Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	(Kali)[2])	Salzgehalt:	Coefficient.
18,999	2,258	0,556	2,096	0,367	34,404	1,811
100	11,88	2,93	11,03	(0,19).		

Nach obigen Annahmen berechnet und im Procentgehalt I. ergeben sich daraus als Mittel nach Forchhammer:

			I.		II.		III.
$Cl\,Na$	26,862	=	78,32		78,50		75,81
$Cl\,K$	0,582		1,69		1,00		3,62
$Cl^2\,Mg$	3,239		9,44		9,40		9,07
$Mg\,O\,S\,O^3$	2,196		6,40		6,40		5,58
$Ca\,O\,S\,O^3$	1,350		3,94		4,40		4,73
Rückstand	0,070		0,21	$Br^2\,Mg$	0,17	$Br\,Na$	1,19
	34,299 [3])		100,00	$Ca\,O\,C\,O^2$	0,04		—
				$Si\,O^2$	0,009		—
				Ammoniak	0,013		—
					99,932		100,00

Mit I. stimmt das Mittel II. gut überein, das Mulder[4]) für die Salze aus dem Meerwasser von Scheveningen giebt; das Mittel III. aus 6 Analysen nach von Bibra,[5]) von Wasser des Stillen und Atlantischen Oceans bis 420 Fuss Tiefe, gibt mehr Kali und Brom als sonstige Analysen.

Nach dem Chlornatrium ist Chlormagnesium, demnächst Magnesiasulfat der vorherrschende Bestandtheil des Meerwassers. Jacobsen fand im Mittel in Oceanwasser aus 0—458 m Tiefe den Coefficienten des Chlores zum Salzgehalt = 18,0936, die Menge der Schwefelsäure zu 6,493 pCt. des Salzgehaltes und zu

[1]) Im Rothen Meer Maximum des Salzgehalts für oceanisches Wasser 40 p. m. — [2]) Eigentlich nur für das nordatlantische Meer geltend, aber wahrscheinlich nur wenig vom wahren Mittel abweichend. Die Abweichungen in der Kalibestimmung erklären sich aus der schwierigen Trennung vom Natron. — [3]) Die Differenz gegen die obige Summe 34,404 rührt her vom Sauerstoff der Magnesia und des Kali (0,546 und 0,062 O), von der Zunahme durch den unlöslich gewordenen Rückstand (0,070), einer einer unten angeführten Analyse entnommenen Summe, und daher, dass nicht für 10,666, sondern nur für 10,561 Natrium Chlor vorhanden ist. Die Menge 10,666 Natrium ergibt sich durch die Rechnung: $Cl + SO^3 + CaO + MgO + K^2O = 24{,}276 + 0{,}070$ Rückstand $- 0{,}6080 = 23{,}738$; $34{,}404 - 23{,}738 = 10{,}666$ Natrium. Rückstand s. Mangan, No. 20. — [4]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1852. 752. — [5]) Ann. Ch. Pharm. 77. 98. 1850; 1,19 $Br\,Na = 1{,}06\ Br^2Mg$; 92 Br^2Mg entsprechen 103 $Br\,Na$. Beide enthalten 80 Brom.

2,288 in 1000 Theilen Wasser, und den Gehalt an Schwefelsäure etwas weniger constant als den Chlorgehalt,[1]) wie schon Forchhammer ausgesprochen hatte.

Vergleicht man das Mittel aus I, II, III mit dem Mittel des Gehaltes der Flüsse an festen Bestandtheilen (S. 462), so erhält man

	Oceanisches Mittel	Flusswasser.	Flusswasser mit Rücksicht nur auf a, b, c
a Karbonate[2])	0,21	60,1	80
b Sulfate	10,34	9,9	13
c Chloride	89,45	5,2	7
d Sonstiges	—	24,8 [3])	—
	100	100	100

Darnach rührt die Beschaffenheit und die Menge der Salze des heutigen Oceanwassers nicht von den jetzigen Flusswässern her.

Ueber den Bromgehalt des Meerwassers sind im Folgenden noch zahlreiche und stark abweichende Bestimmungen angeführt. Sicher ist der Gehalt an Jod viel geringer als an Brom, nach Sonstadt[4]) enthalten 1000 Theile Meerwasser im Mittel 0,000199 Jod; wahrscheinlich ist die Menge des Broms zwölf Mal grösser.

Auch über den Gehalt des Meerwassers an Kalkkarbonat liegen viele und abweichende Angaben vor. Nach Jacobsen[5]) beträgt er in 1000 Theilen 0,0269, wahrscheinlich in Folge der Methode der Bestimmung etwas zu gering angegeben, und unterliegt nur geringen Schwankungen (Max. 0,0312, Min. 0,0220). Er fand im Skager Rack (bei 34,45 p. m. Salzgehalt) 0,0250 Ca O C O^2 und 0,0021[?] Mg O C O^2 in 1000 Theilen Wasser.[6]) Eine Abscheidung von Kalkkarbonat aus dem Meerwasser kann nur durch starke Verdunstung oder durch Organismen erfolgen. Nach Usiglio's Versuchen fällt aus dem Mittelmeerwasser bei Concentration auf etwa die Hälfte des Volumens etwa die Hälfte des Kalkkarbonates nieder, die zweite Hälfte erst bei Concentration auf etwa $^1/_5$ des Volumens.

Nach O. Jacobsen[7]) enthält das Meerwasser in der Tiefe nicht mehr und nicht weniger Luft als an der Oberfläche; die Luftmenge entspricht der herrschenden Temperatur. Wo also die Temperatur der tieferen Schichten erheblich niedriger ist als an der Oberfläche, findet sich eine entsprechend grössere Gasmenge; dort kann der Sauerstoff abnehmen, wenn er in dem schwereren unbewegten Wasser zur Oxydation der im Wasser und am Meeresgrund vorhandenen oxydirbaren Stoffe verbraucht wird. Darnach ist also im Luftgehalt des Meerwassers in der Tiefe „die Summe von Sauerstoff und Stickstoff nahezu gleich der Menge dieser Gase, welche das Wasser bei seiner wirklichen Temperatur

[1]) Jahresber. d. Commission zur wissensch. Untersuchung d. deutschen Meere. 1878. 201. — [2]) Forchhammer's Rückstand (S. 491), der nicht bloss Karbonate enthält. — [3]) Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Phosphate, Nitrate, organische Substanz u. s. w. — [4]) Chem. news. 25. 196. 231. 241. 1872. — [5]) Bericht d. wissensch. Commission zur Untersuchung d. deutschen Meere. 1878. 293. — [6]) Ann. Chem. Pharm. 167. 30. 1873. — [7]) Ann. Chem. Pharm. 167. 1—39. 1873.

an der Meeresoberfläche aus der Atmosphäre aufnehmen würde, weniger der etwa verbrauchten Sauerstoffmenge". [1])

Die Bestimmung der Kohlensäure im Meerwasser unterliegt grossen Schwierigkeiten, daher die sehr abweichenden Angaben. Jacobsen fand im Liter unverdünnten Nordseewassers etwa 0,1 g oder etwa 50 cc Kohlensäure, und mit dem Salzgehalt stieg die Menge der Kohlensäure.

Buchanan fand im Mittel im Wasser des Atlantischen Oceans bei + 25° und mittlerer Dichtigkeit von 1,02659 im Liter 0,0409 g, im Südseewasser bei 1,02593 Dichtigkeit 0,0332 g Kohlensäure. [2])

Salzgehalt des Meerwassers an der Oberfläche nach Forchhammer.

Um bessere Mittelzahlen zu erhalten, theilt Forchhammer das Meer in 17 Regionen. Alle Werthe sind auf 1000 Theile Meerwasser berechnet: 1 bezeichnet das Mittel, 2 das Maximum, 3 das Minimum. Unter 4, 5 u. s. w. sind von mir die Zahlen anderer Beobachter hinzugefügt. Die Längen bei Forchhammer sind nach Greenwich bestimmt.

Alle unter 2 und 3 angeführten Werthe und der Coefficient f (Salzgehalt dividirt durch Chlormenge) sind einzeln aus den einzelnen Analysen ausgewählt. Die unter 2 und 3 eingeklammerten Werthe, Chlor = 100 gesetzt, beziehen sich daher nicht nothwendig auf die unmittelbar darüber stehenden Zahlen. Die Angabe des Fundortes bezieht sich stets auf a (Salzgehalt). Bei I beziehen sich alle Ziffern auf einander.

I. Atlantisches Meer zwischen Aequator und 30° N.Br.

	a Salzgehalt	b Chlor	c Schwefelsäure	d Kalk	e Magnesia	f Coefficient	g sp. G.
1.	36,253	20,034	2,348	0,595	2,220	1,810	—
		(100)	(11,75)	(2,98)	(11,11)		
2.	37,90[illegible]	20,898	2,450	0,765	2,333	1,819	—
			(12,22)	(3,85)	(11,81)		
3.	34,283	19,014	2,207	0,426	2,117	1,792	—
			(10,83)	(2,15)	(10,71)		
4.	38,800	—	—	—	—	—	1,02800
5.	36,163	19,832	—	—	—	1,824	1,02803
6.	36,104	—	—	—	—	—	—

1. Mittel aus 19 Analysen.

2. In 24° 13′ N.Br. und 23° 11′ W.L., etwa 5° westlich der afrikanischen Küste, wo kein grosser Fluss mündet und der heisse trockne Wind der Sahara einwirkt. No. 2, Maximum für den ganzen Atlantischen Ocean, entspricht Forchhammer's Mittel des Mittelländischen Meeres; nur das Wasser des Rothen Meeres und des Mittelländischen Meeres in der Nähe der Lybischen Wüste (No. 10, s. S. 524) hat viel grösseren Salzgehalt.

[1]) l. c. 22. — [2]) Proc. Royal Soc. 24. 604. 1876.

3. Aus 4° 10′ N.Br. und 5° 36′ W.L., an der afrikanischen Westküste zeigt die Einwirkung der grossen Flüsse.

4. Mittel nach Vincent (Ann. chim. phys. (3) 64. 352. 1862).

5. Mittel aus 10 Beobachtungen zwischen 26° 26′ N.Br. und 24° 20′ W.L. (von Paris) und 5° 57′ N.Br., 21° 49′ W.L. im August und September 1861 nach Roux. Ann. chim. phys. (4) 3. 441. 1864.

6. Caraibisches Meer. Forchhammer. Salzreicher als das oceanische Mittel.

Weitere Angaben und Analysen s. S. 503.

II. Atlantisches Meer zwischen 30° N.Br. und einer Linie von der Nordspitze Schottlands nach der Nordspitze von Newfoundland.

	a	b	c	d	e	f	g
1.	35,932	19,828	2,389	0,607	2,201	1,812	—
		(100)	(12,05)	(3,07)	(11,10)		
2.	36,927	20,247	2,557	0,726	2,460	1,826	—
			(13,01)	(3,65)	(12,20)		
3.	33,854	18,685	2,208	0,534	2,062	1,791	—
			(11,08)	(2,82)	(10,28)		
4.	35,905	—	—	—	—	—	—
5.	36,73	20,15	—	—	—	1,823	1,02870
6.	35,90	19,69	—	—	—	1,823	1,02774

1. Mittel aus 25 Analysen.

2. Aus 38° 18′ N.Br., 43° 14′ W.L.

3. Aus 43° 26′ N.Br., 44° 19′ W.L. zeigt die Wirkung des St. Lorenzstroms.[1] Die ganze Region steht unter dem Einfluss des Golfstroms. Die entsprechende südatlantische Region hat im Mittel nur 35,038 Salzgehalt.

4. Fauré. Corduan, Gironde. Delesse et de Lapparent Revue de géol. 9. 19. 1873. Cl Na = 27,265; Ca O C O + Mg O C O^2 0,325.

5. Roux l. c. Aus 45° 3′ N.Br. und 7° 37′ W.L., 8. August 1861.

6. Roux l. c. Aus 46° 6′ N.Br. und 8° 20′ W.L., 9. August 1861.

Weitere Analysen s. bei Atlantischem Ocean.

III. Nördlichster Theil des Atlantischen Oceans, zwischen der Nordgränze der Region II und einer Linie von der Südwestspitze Islands nach der Sandwichbai in Labrador.

	a	b	c	d	e	f
1.	35,391	19,581	2,310	0,528	2,160	1,808
		(100)	(11,80)	(2,97)	(11,03)	

[1]) Nach Petermann (Geographisch. Mitth. 1870. 239) rührt der geringe Salzgehalt vom Einschneiden des Labradorstromes in den Golfstrom her. Die Mündung des St. Lorenz ist etwa 900 Seemeilen entfernt, und ausserdem wird das Wasser des St. Lorenz durch den kalten nordamerikanischen Küstenstrom südwestlich geführt, so dass es nicht so weit nach Osten reichen kann.

2.	36,480	20,185	2,385	0,669	2,330	1,811
			(12,50)	(3,31)	(11,98)	
3.	34,811	19,287	2,254	0,488	1,820	1,804
			(11,59)	(2,51)	(9,28)	

1. Mittel aus 12 Analysen.

2. Aus 55° 45′ N.Br. und 20° 30′ W.L.

3. Aus 60° 25′ N.Br. und 3° 15′ W.L. nahe der grossen Nordöffnung der Nordsee. Auch diese Region steht unter dem Einfluss des Golfstroms.

IV. Ostgrönlandstrom, der bis in die Davisstrasse geht.

	a	b	c	d	e	f
1.	35,165	19,394	2,333	—	—	1,813
		(100)	(12,03)			
2.	35,390	19,512	2,385	—	—	1,814
			(12,22)			
2.	35,038	19,365	2,305	—	—	1,809
			(11.90)			

1. Mittel aus 3 Analysen, Wasser aus Packeis Mai 1845. In 10 anderen Analysen ist nur Chlor und Schwefelsäure bestimmt.

2. Aus 60° 23′ N.Br. und 33° 32′ W.L.

3. Aus 57° 57′ N.Br. und 46° 1′ W.L. Alle Beobachtungen aus Packeis.

V. Baffinsbay und Davisstrasse (Spitzbergen).

	a	b	c	d	e	f
1.	33,281	18.379	2,208	0,510	2,064	1,811
		(100)	(12,01)	(2,77)	(11,23)	
2.	34,414	19,010	2,283	0,550	2,115	1,818
			(12,27)	(3,01)	(11,73)	
3.	32,304	17,818	2,144	0,455	2,005	1,804
			(11,66)	(2,47)	(10,91)	

1. Mittel aus 8 Analysen.

2. Aus 60° 32′ N.Br. u. 53° 11′ W.L. Davisstrasse.

3. Aus 66° 58′ N.B., 30 engl. Seemeilen von der Westküste Grönlands. Bemerkenswerth ist, dass in dieser Region der Salzgehalt nach Norden zunimmt, (64° N.Br. 32,926, 69° N.Br. 33,598); ein Verhalten, das durch den mächtigen, von den Parry-Inseln durch verschiedene Sunde in die Baffinsbay gelangenden Strom bedingt wird, wo das Wasser mit dem Süsswasser der grönländischen Gletscher sich mengt. Wasser aus 80° N.Br. und 10° Ö.L. nördlich von Spitzbergen enthielt 18,157 Chlor. Salzgehalt in 76° 15′ N.Br., 13° 15′ Ö.L., westlich vom Südkap Spitzbergens 36,254, ein Beweis für den auftauchenden Golfstrom.

VI. Nordsee und Skager Rack.

	a	b	c	d	e	f
1.	32,823	18,070	2,185	0,517	2,053	1,816
		(100)	(12,09)	(2,86)	(11,25)	

2.	35,041	19,282	2,351	0,565	2,192	1,837
			(12,31)	(3,19)	(11,98)	
3.	30,530	16,830	2,008	0,455	1,866	1,802
			(11,81)	(2,49)	(11,09)	

1. Mittel aus 6 Analysen; 2. Mündung des Canales am Galloper; 3. Helgoland nach Backs. Der Unterschied zwischen 2. und 3., Maximum und Minimum, ist hier viel grösser als in den grossen Abtheilungen des Atlantischen Oceans.

Weitere Angaben bei Nordsee und Skager Rack.

VII. Kattegat und Sund.

	a	b	c	d	e	f
1.	16,230	8,780	0,998	0,275	0,908	1,814
		(100)	(11,94)	(3,29)	(10,86)	
2.	23,243	12,827	1,278	0,393	1,253	1,840
			(12,57)	(4,19)	(11,43)	
3.	10,869	5,966	0,750	0,195	0,620	1,801
			(11,30)	(2,78)	(10,39)	
4.	20,38.					

1. Mittel aus 7 Analysen, dem Mittel aus 134 Beobachtungen in Helsingoer zwischen 17. April und 11. September 1846 und dem Mittel aus 7 Beobachtungen in Kopenhagen zwischen 3. März und 21. April 1852.

2. Mittel aus 134 Beobachtungen in Helsingoer.

3. Kopenhagen 4. October 1846, Südströmung. Die Salzmenge wechselt sehr stark; nördlicher Strom und Wind bringen salzreicheres Wasser als südlicher Strom und Wind.

In dieser Region ist das Mittel von Cl zu Ca O = 100 : 3,29, während es im Ocean 100 : 2,93 ist. Man sieht daraus den Einfluss des Landes.

Weitere Angaben s. S. 512. Die Unsicherheit der aus so wenigen Analysen gezogenen Schlüsse geht daraus hervor, dass im Mittel, Chlor = 100 gesetzt, Nord- und Ostsee mehr Schwefelsäure und Magnesia enthalten sollen als das dazwischen liegende Kattegat.

4. Mittel aus 8 Beobachtungen der Pommerania 1872 für Laesoe Rinne und westliches Kattegat.

VIII. Ostsee.

	a	b	c	d	e	Kali	f
1.	4,931	2,687	0,312	0,098	0,321	0,053	1,835
		(100)	(12,73)	(3,64)	(11,94)	(1,97)	
2.	7,481	4,079	0,527	0,145	0,508	0,094	2,230
			(14,97)	(7,49)	(15,65)	(2,43)	
3.	0,610	0,294	0,040	0,019	0,046	0,006	1,809
			(11,95)	(3,09)	(10,69)	(0,21)	

1. Mittel aus 9 Analysen.

2. Zwischen Hammershuus auf Bornholm und Sandhammar in Schweden.

3. Finnischer Meerbusen, Kauffahrtheihafen von Kronstadt. Das Maximum f 2 gehört dem finnischen Meerbusen an.

Die Salzmenge wechselt sehr stark, ist im Allgemeinen im westlichen Theile grösser als im östlichen, je nach Wind und Strömung an den einzelnen Stellen stark variirend. Der Einfluss des Landes tritt in den obigen Zahlen stark hervor: bei Abnahme des Chlornatriums zeigen im Verhältniss zum Chlor Kalk, Magnesia, Schwefelsäure grössere Zahlen als im Ocean; sie werden eben vom Lande in grösserem Verhältniss abgegeben als Chlornatrium.

Weitere Angaben und Analysen siehe bei Ostsee.

IX. Mittelländisches Meer.

Alle 11 Beobachtungen Forchhammer's liegen zwischen der Strasse von Gibraltar und dem griechischen Archipel. Der Salzgehalt ist grösser als im Ocean; es geht in der Strasse von Gibraltar ein Oberstrom in's Mittelmeer und ein Unterstrom in's Atlantische Meer. Oestlich von Malta ist der Salzgehalt grösser als westlich der Insel.

	a	b	c	d	e	Kali	f
1.	37,936	20,889	2,470	0,64?	2,277	0,372	1,816
			(11,82)	(3,08)	(10,90)	(1,78)	
2.	39,257	21,718	2,652	0,692	2,447	0,492	1,829
			(12,59)	(3,22)	(11,39)	(2,33)	
3.	36,391	20,160	2,302	0,597	2,074	0,174	1,805
			(11,42)	(2,82)	(10,12)	(0,85)	

2. Zwischen Candia und der afrikanischen Küste 33° 34′ N.Br. und 24° 34′ Ö.L.

3. Strasse von Gibraltar 28. September 1860.

Weitere Angaben und Analysen s. bei Mittelmeer.

X. Schwarzes Meer.

Hier ist nur Forchhammer's Analyse angeführt von Wasser, das 50 engl. Meilen vom Bosporus geschöpft war. Die Analysen von Göbel und Hasshagen siehe weiter unten. Eine Vergleichung ist nicht möglich, da Forchhammer weder Kali noch Erdkarbonate bestimmte.

a	b	c	d	e	f
18,146	9,963	1,167	0,420	1,259	1,821.
	(100)	(11,71)	(4,22)	(12,64)	

XI. Atlantisches Meer zwischen Aequator und 30° S.Br.

	a	b	c	d	e	f	g
1.	36,553	20,150	2,419	0,586	2,203	1,814	
			(12,03)	(2,91)	(10,96)		
2.	37,155	20,491	2,537	0,598	2,254	1,835	
			(12,58)	(3,01)	(11,37)		

	a	b	c	d	e	f	g
3.	35,930	19,831	2,312	0,563	2,022	1,804	
			(11,56)	(2,81)	(10,03)		
4.	36,365	19,926	—	—	—	1,825	1,02814.

1. Mittel aus 7 Analysen.
2. Aus 17⁰ 9′ S.Br. und 33⁰ 29′ W.L.
3. Aus 28⁰ 15′ S.Br. und 38⁰ 26′ W.L.

Diese Region ist im Mittel salzreicher als die entsprechende nordatlantische.

4. Mittel aus 6 Analysen zwischen 8⁰ 6′ S.Br. und 27⁰ 25′ W.L. (Paris) und 28⁰ 23′ S.Br. und 20⁰ 55′ W.L. nach Roux (l. c.) im September 1861.

XII. Atlantisches Meer zwischen 30⁰ S.Br. und einer Linie von Cap Horn nach dem Cap der guten Hoffnung.

	a	b	c	d	e	f
1.	35,038	19,376	2,313	0,556	2,160	1,809
			(11,94)	(2,87)	(11,15)	
2.	35,907	19,809	2,451	0,583	2,234	1,821
			(12,61)	(3,03)	(11,58)	
3.	34,151	18,909	2,194	0,518	2,091	1,803
			(11,45)	(2,74)	(10,76)	

1. Mittel aus 6 Analysen.
2. Aus 30⁰ 11½′ S.Br., 12⁰ 25½′ Ö.L., nicht weit vom Cap der guten Hoffnung.
3. Aus 50⁰ 31′ S.Br., 52⁰ 15′ W.L., nicht weit von den Falklandinseln. Nahe Cap Horn fand von Bibra 34,763 Salzgehalt. Zwischen Tristan d'Acunha und Cap der guten Hoffnung mittleres sp. G. 1,02624 nach Buchanan. Der Salzgehalt ist geringer als in der entsprechenden nordatlantischen Region II., was zum Theil vom Golfstrom bedingt wird, der eine bedeutende Verdunstung im Nordatlantik bewirkt, zum Theil von den mächtigen Süsswassermassen des La Platastroms in XII.

XIII. Meer zwischen Afrika und den ostindischen Inseln. (Borneo, Malacca. Indisches Meer.)

	a	b	c	d	e	f	g
1.	33,868	18,670	2,247	0,557	2,055	1,814	—
			(12,04)	(2,98)	(11,01)		
2.	35,802	19,753	2,470	0,600	2,207	1,833	—
			(12,72)	(3,12)	(11,89)		
3.	25,879	14,289	1,724	0,446	1,699	1,802	—
4.	36,260	19,883	(11,81)	(2,80)	(10,35)	1,815	1,02812

1. Mittel aus 12 ziemlich abweichenden Analysen.
2. Aus 31⁰ 54′ S.Br. und 72⁰ 27′ Ö.L., etwa mitten zwischen Australien und dem Cap der guten Hoffnung.
3. Aus 17⁰ 20′ N.Br., 88⁰ 12′ Ö.L., Bay von Bengalen; durch den Ganges beeinflusst. Im Nordatlantik zwischen 30 und 55⁰ N.Br. beträgt der Salzgehalt 35,932, ist also grösser als das Maximum der Region XIII.

4. Mittel aus 3 Beobachtungen von Roux l. c. October 1861 zwischen 28° 47′ S.Br., 52° 15′ Ö.L. (Paris) und 23° 40′ S.Br., 54° 10′ Ö.L.

XIV. Meer zwischen der Südostküste von Asien, den ostasiatischen Inseln und den Aleuten (Südsee).

	a	b	c	d	e	f
1.	33,506	18,462	2,207	0,563	2,027	1,815
			(11,95)	(3,05)	(10,98)	
2.	34,234	18,873	2,258	0,613	2,089	1,823
			(12,05)	(3,25)	(11,19)	
3.	32,370	17,757	2,104	0,516	1,958	1,809
			(11,78)	(2,90)	(10,84)	

1. Mittel aus 7 Analysen.
2. Aus 38° 31′ N.Br., 148° 27′ Ö.L. S.O. von Japan.
3. Aus 0° 33′ S.Br. und 107° 22′ Ö.L. aus dem chinesischen Meer. Das Maximum ist geringer als das der Nordsee; das Minimum zwischen den grösseren ostindischen Inseln zeigt die Einwirkung des Landes.

XV. Meer zwischen den Aleuten und den Gesellschaftsinseln. Zwischen 38° N.Br. und 32° S.Br. (Südsee.)

	a	b	c	d	e	f
1.	35,219	19,495	2,276	0,571	2,156	1,807
			(11,67)	(2,93)	(11,06)	
2.	36,061	19,943	2,347	0,623	2,252	1,809
			(11,78)	(3,13)	(11,31)	
3.	34,157	18,908	2,195	0,535	2,066	1,803
			(11,61)	(2,82)	(10,69)	

1. Mittel aus 7 Analysen.
2. Aus 16° S.Br. bei Borabora.
3. Aus 38° 26′ N.Br. und 172° 11′ Ö.L.

XVI. Patagonischer Kaltwasserstrom.

	a	b	c	d	e	f
1.	33,966	18,304	2,215	0,541	2,076	1,806
			(11,78)	(2,88)	(11,04)	
2.	34,152	18,976	2,257	0,563	2,116	1,812
			(11,93)	(3,00)	(11,27)	
3.	33,788	18,754	2,133	0,507	2,036	1,800
			(11,37)	(2,70)	(10,85)	

1. Mittel aus 6 Analysen.
2. Aus 35° 22′ S.Br. und 73° 49′ W.L.
3. Aus 57° 27′ S.Br. und 66° 57′ W.L., südlicher Theil des Stroms.

XVII. Südpolarregion.

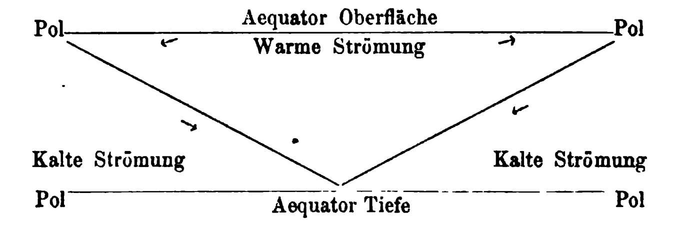
Von den drei sehr abweichenden Analysen ist hier nur die erste angeführt,

welche Forchhammer zur Berechnung des oceanischen Mittels verwendet hat. Das Wasser nahe der Eisschranke entnommen in 77° 32′ S.Br. und 188° 21′ Ö.L., sammelte Ross am 3. Januar 1842.

	a	b	c	d	e	f
1.	28,565	15,748	1,834	0,498	1,731	1,814
			(11,65)	(3,16)	(10,99)	

Wie man sieht, ist nach Forchhammer der mittlere Salzgehalt der Oberfläche des Meeres am grössten in Region I und XI, in den Aequatorialgegenden des Atlantischen Oceans und zwar trotz der grossen Menge des von den Flüssen zuströmenden Wassers, weil dort die Verdampfung die grösste ist. Nur einzelne abgeschlossene Theile des Meeres, das Rothe und Mittelländische Meer, haben grösseren mittleren Salzgehalt.

Das Gleichgewicht des Salzgehaltes wird im Ocean durch die Strömungen hergestellt, wie sie schematisch das folgende Bild zeigt:



In der Tiefe findet eine Massenbewegung des Wassers von den Polen nach den Tropen, an der Oberfläche von den Tropen nach den Polen statt, vielfach durch einzelne Momente modificirt, bedingt durch die Unterschiede der Temperatur und daher rührende Unterschiede des specifischen Gewichtes, ferner durch die Centrifugalkraft. Ausserdem wird im Sommer örtlich leichteres salzärmeres Schmelzwasser sich finden, aus Gletschern, Meereis und Schnee herrührend.

Aus Binnenmeeren, welche durch die Flüsse reichlich Süsswasser aufnehmen, wird unter Umständen eine Oberflächenströmung das leichtere Wasser fortführen, zum Ersatz eine Unterströmung salzreicheres Wasser bringen und die Ausgleichung und Mischung beider langsam und an verschiedenen Stellen ungleich vor sich gehen. Je nachdem die eine der beiden grossen oceanischen Strömungen, die polare oder die tropische Strömung, die Oberfläche oder die Tiefe des Oceans bildet, untertaucht oder sich oben erhält, wird sich der Salzgehalt zwischen Oberfläche und Tiefe verschieden finden, nach der Tiefe hin zunehmen oder abnehmen. Wasser aus derselben Tiefe des Oceans hat also nicht nothwendig denselben Salzgehalt. Forchhammer fand in 300 Fuss Tiefe

35° 2′ S Br., 62° 52′ Ö.L. zwischen Afrika und Ostindien 35,671,

38° 31′ N Br. 148° 27′ Ö.L. zwischen Ostindien und den Aleuten 34,426 p. m. Salzgehalt.

Näher den Küsten nimmt der Salzgehalt ab und der Kalkgehalt zu in Folge des Süsswasserzuflusses. Die Wirkung der grossen Ströme wie La Plata

und St. Lawrence ist, wie oben angeführt, weithin im Meer zu spüren. Während im Mittel der Flusswässer das Kalkkarbonat überwiegt und der Gehalt an Schwefelsäure zurücktritt, ist im oceanischen Wasser relativ zum Kalk viel Schwefelsäure vorhanden (etwa 3 Mol. Schwefelsäure gegen 1 Mol. Kalk und 5 Mol. Magnesia), weil mehr Kalk von den Meeresorganismen verbraucht wird als Schwefelsäure. Nur die Fucusarten nehmen reichlich Sulfate auf, (die Asche derselben enthält bis 40 pCt. Schwefelsäure), bilden bei ihrem Faulen Schwefelwasserstoff und lösliche Sulfurete, die mit den gelösten und suspendirten Eisenoxyden Schwefeleisen liefern. So verschwindet in der Nähe der Tange die Schwefelsäure aus dem Meerwasser. Wie man annimmt, zerlegen die Meeresorganismen auch die löslichen Sulfate mittelst des von ihnen gebildeten, und dann von den Algen absorbirten kohlensauren Ammoniaks, das sich daher im Meerwasser nur in geringer Menge findet. Faulende organische Substanzen, besonders reichlich an den Küsten und Flussmündungen vorhanden, bilden die Sulfate zu Sulfureten um, die, von der Kohlensäure zerlegt, Schwefelwasserstoff entwickeln. Alles Eisenoxyd wird dabei zu Eisenoxydul reducirt, daher sind alle Tiefenproben blau, grün oder grau. In Forchhammer's Mitteln ist die Variation der Schwefelsäure viel grösser als die des Kalkes. Ferner verbrauchen die Organismen (z. B. die Diatomeen und Radiolarien) Kieselsäure, die daher der Lösung entzogen wird.

Specielle Analysen des Meerwassers.

Atlantischer Ocean.

Vom Nordatlantischen Ocean und seinen Anhängen, der Nord- und Ostsee, dem Mittelländischen Meer, liegen viel mehr Untersuchungen vor als von den übrigen Meeren, sowohl für das Wasser der Oberfläche als der Tiefen. Anhangsweise sind die Analysen des Wassers des Weissen Meeres gegeben.

(Folgt die umstehende Tabelle.)

1. Aus 51° 9′ N.Br., 15° 59′ W.L. 27. Juni 1862.
2. Aus 52° 9′ N.Br., 15° 10′ W.L. 3. Juli 1862. (s. No. III).
3. Aus 52° 40′ N.Br., 15° 38′ W.L. 28. August 1862. (s. No. V).
4. Aus 53° 1½′ N.Br., 12° 55′ W.L. (s. No. VI).
5. Aus 55° 32′ N.Br., 12° 11′ W.L. 16. August 1862. (s. No. VII).

I Aus 6000 Fuss Tiefe. 50° 56′ N.B., 12° 6′ W.L. 25. Juni 1862.
II Aus 2370 Fuss Tiefe. 51° 1½′ N.Br., 14° 21′ W.L.
III Aus 5100 Fuss Tiefe. 52° 9′ N.Br., 15° 10′ W.L. 3. Juli 1862; eben daher wo No. 2.
IV Aus 2400 Fuss Tiefe. 51° 58′ N.Br., 12° 47′ W.L. 29. August 1862.
V Aus 10500 Fuss Tiefe, an demselben Punkt und zur selben Zeit geschöpft wie No. 3. (Cl K nach einer nahestehenden Analyse angenommen).
VI Aus 1200 Fuss Tiefe, an demselben Punkt wie No. 4 geschöpft.
VII Aus 9780 Fuss Tiefe, an demselben Punkt wie No. 5 und zur selben Zeit geschöpft.

Nordatlantischer Ocean zwischen 50 und 56° N. Br. Analysen von Forchhammer.

1000 Theile Wasser enthalten	1	2	3	4	5	I	II	III	IV	V	VI	VII
Chlornatrium	27,735	28,005	28,139	28,119	27,916	28,056	27,977	28,119	27,914	28,188	27,740	28,081
Chlorkalium	0,686	0,581	0,531	0,592	0,517	0,603	0,700	0,685	0,575	(0,517)	0,555	0,511
Chlormagnesium	3,438	3,305	3,145	3,131	3,298	3,344	3,212	3,206	3,330	3,203	3,158	3,261
Schwefels. Kalk	1,402	1,385	1,418	1,354	1,396	1,483	1,353	1,409	1,487	1,369	1,359	1,457
Schwefels. Magnesia	2,213	2,373	2,279	2,355	2,379	2,279	2,376	2,298	2,193	2,451	2,432	2,353
Kieselsäure u. s. w. Rückstand . .	0,074	0,105	0,071	0,113	0,088	0,100	0,110	0,071	0,071	0,078	0,104	0,069
Summa . .	35,548	35,754	35,583	35,664	35,524	35,865	35,728	35,788	35,570	35,806	35,348	35,632
Specifisches Gewicht bei 15° . .	1,0280	1,0265	—	1,0280	1,0255	1,0282	1,0270	1,0280	1,0260	—	—	—
Coefficient . .	1,805	1,814	1,811	1,814	1,811	1,814	1,816	1,812	1,809	1,812	1,819	1,810

1—5 und I—VII aus Oversigt K. danske Videnskab. Selsk. Forhandl. i Aaret 1863. 112—113.

Die Proben waren von dem Schiff Porcupine geschöpft. 1—5 Oberfläche; I—VII aus der Tiefe. Längen nach Greenwich. (Zu Forchhammer's Region II gehörig).

Als Mittel aus 1 bis 5 ergibt sich 36,615, aus I bis VII 35,677 Salzgehalt, etwas höher als das S. 496 für Region II von Forchhammer angenommene Mittel. Carpenter[1]) fand aus 32 Bestimmungen in dem Gebiet zwischen 48—62° N.Br. und 0—15° W.L. für das Wasser der Oberfläche das Mittel des sp. G. bis 15,55° zu 1,02779, für Wasser von 77—2090 Faden Tiefe aus 43 Beobachtungen 1,0277; südlicher, zwischen Falmouth und Lissabon,[2]) als Maximum des sp. G. für Oberflächenwasser 1,0269 und als Maximum für Chlor 20,19.

Nach Analysen von C. Schmidt und von Bibra in 1000 Theilen Wasser

	6	7	8	9
Chlornatrium	27,3726	25,8700	29,544	26,424
Chlorkalium	0,5921	0,6361	1,284	1,391
Chlormagnesium	3,3625	3,1625	3,097	3,135
Schwefels. Kalk	1,3229	1,3195	1,897	1,597
Schwefels. Magnesia	2,2437	2,2083	2,100	1,799
Chlorrubidium	0,0190	0,0194	—	—
Bromnatrium	—	—	0,500	0,400
Brommagnesium	0,0647	0,0552	—	—
Kalkphosphat	0,0156	0,0165	—	—
Kalkkarbonat	0,0434	0,0332	—	—
Eisenkarbonat	0,0019	0,0022	—	—
Kieselsäure	0,0149	0,0172	—	—
Summa	35,0433	33,3401	38,422	34,746
Specifisches Gewicht	1,026840 18,1°	1,025512 18,6°	1,0287 20,75°	—

6 und 7. C. Schmidt. Bull. Acad. Petersb. 24. 232. 1877.

6. 64° 55′ N.B., 8° 15′ Ö.L. von Greenwich, am 11 (23) Juni 1870. (Norwegische Küste).

7. 61° 1′ N.Br., 4° 15 Ö.L. von Greenwich, am (10) 22 Juni 1870. (WNW von Bergen).

8 und 9 von Bibra. Ann. Chem. Pharm. 77. 98. 1851.

8. 41° 18′ N.Br., 36° 28′ W.L., am 18. Juni 1850, aus etwa 12 Fuss Tiefe. (N. der Azoren).

9. 20° 54′ N.Br., 40° 44′ W.L, am 4. Juni 1850, aus etwa 12 Fuss Tiefe.

In 8 und 9 ist Kalisulfat zu Magnesiasulfat umgerechnet und dafür Chlorkalium eingesetzt.

[1]) Proceed. R. Soc. 18. 483. 1870. — [2]) ib. 19. 193. 1871.

J. Hunter[1]) untersuchte an 3 Punkten SSW von Irland Wasser aus verschiedenen Tiefen:

I 47° 39 N.Br., 11° 33′ W.L. 23. Juli 1869.
II 49° 12′ N.Br., 12° 52 W.L. 27. Juli 1869.
III 50° 1′ N.Br., 12° 26′ W.L. A Tiefe in Faden, a Salzmenge in 1000 Th.

	A	a	Cl	Br	SO^3	Ca	Mg	sp.G.	Temperatur Fahrenheit.
I.	1000	36,473	19,4695	0,4309	2,8971	0,5675	1,2275	1,0275	37,8
	1250	36,399	19,3905	0,4230	2,8220	0,5442	1,3695	1,0275	37,7
	1500	36,462	19,5659	0,3081	2,8038	0,5385	1,4394	1,0275	37,2
	1750	36,478	19,3547	0,4192	2,8513	0,5337	1,3080	1,0275	36,8
	2090	36,324	19,1820	0,3114	3,1002	0,8084	1,5925	1,0273	36,4
II.	100	36,618	19,6770	0,3749	2,7384	0,4116	1,2259	—	—
	150	36,701	19,3844	0,4093	2,9619	0,4800	1,3470	—	—
	200	36,267	19,1939	0,4605	3,0100	0,4196	1,3534	1,0273	50,5
	250	36,345	19,1827	0,4218	2,9436	0,4885	1,3218	1,0273	50,3
	300	36,395	19,1927	0,4814	3,1123	0,4560	1,3534	1,0273	49,6
	350	36,294	19,2556	0,4525	2,9307	0,4285	1,3706	1,0273	49,2
	862	36,433	19,3350	0,4165	3,1906	0,4149	1,2887	1,0275	39,8
III.	1270	36,607	19,2391	0,4742	3,0260	0,4720	1,3788	—	—

Das specifische Gewicht des Wassers der Oberfläche betrug bei I und II 1,0275. Das Maximum des Broms 0,4814 in II entspricht als Brommagnesium 1,52 pCt., in III 1,49 pCt. der Salzmenge. In den Tiefen ist kein bestimmtes Verhalten für Zunahme oder Abnahme des Salzgehaltes und der einzelnen Salze nachzuweisen.

Die Nordsee.[2])

Als das Mittelglied zwischen dem atlantischen Ocean und dem Binnenmeer Ostsee steht die wenig tiefe, nur an der Norwegischen Küste in der tiefen Rinne mehr als 100 Faden Tiefe erreichende Nordsee unter dem Einflusse beider Meere; ausserdem nimmt sie noch zahlreiche und grosse Flüsse auf. Der Unterschied im Salzgehalt ist daher an verschiedenen Stellen verschieden gross, nicht nur in den Jahreszeiten, sondern auch in den einzelnen Jahrgängen. Aus denselben Gründen tritt der Unterschied des Salzgehaltes zwischen Oberfläche und Tiefe an vielen Punkten in ähnlicher Weise hervor.

Es lässt sich nachweisen, dass ein Oberflächenstrom leichteren salzärmeren Wassers so hart an der schleswig-holsteinischen Küste entlang geht, dass er Helgoland kaum berührt, aber in Sylt deutlich bemerkbar ist. Bei ruhigem

[1]) Aus Chem. Soc. J. (2) VIII. 1869 in Strecker. Jahresber. Chem. f. 1869. 1279 und 1280. — [2]) Canal, St. Georgs-Canal und Irische See haben bei der Nordsee ihre Stelle gefunden.

Wetter geht ferner ein anderer Oberflächenstrom leichteren salzärmeren Wassers aus dem Skager Rak zunächst an der schwedischen, sodann an der norwegischen Küste entlang, wo er bis zum Bömmelfiord (N. von Haugesund) verfolgt ist. Er wird auch in den S. 512 mitgetheilten Beobachtugen Ekman's an der Küste von Bohuslän sichtbar, hier in dem schwachen und wechselnden Salzgehalt der Küste zwischen Mandal und Korsfiord.

Nach den von Dr. H. A. Meyer[1]) zusammengefassten Beobachtungen der Pommeraniafahrt Juli, August und September 1872 hat das Oberflächenwasser bei $17{,}5^{0}$ ein specifisches Gewicht und diesem entsprechend einen aus dem specifischen Gewicht berechneten Salzgehalt per mille

	sp. G.	Salzgehalt.
Tiefe Rinne der Küste zwischen Mandal und Korsfiord, S. von Bergen.	1,0169—1,0258	22,13—33,80
Offenes Meer zwischen Bergen und Peterhead, Schottland. Mittel.	1,0261	34,19
Küste zwischen Peterhead und St. Abbshead, England. Mittel.	1,0265	34,71
Englische Küste zwischen Peterhead und Lowestoft. Mittel.	1,0266	34,84
Zwischen Lowestoft und Texel. Mittel.	1,0270	35,37
Bei Terschelling. Mittel.	1,0250—1,0258	32,75—33,80

Borkum. Mittel aus 1873—76. Oberfläche 32,97.

Weser, Aussenleuchtschiff. Mittel aus 1874—76. Oberfläche 33,54.

Helgoland. Mittel aus 1873—76. Oberfläche 33,67.
Absol. Maximum 36,42. Absol. Minimum 24,63.

Helgoland. Tiefe 8,6 Meter. Absol. Maximum 36,72. Absol. Min. 29,0.

Ellenbogen, Sylt, Mittel aus 5 Jahren. Oberfläche 30,73. Absol. Maximum 34,1. Absol. Minimum 27,2.

Bei Sylt ist demnach die Verdünnung am stärksten und tritt zur Zeit des grössten Wasserreichthums der Elbe (December—Mai) am deutlichsten hervor; eine Erscheinung, die auch bei Helgoland sich bemerkbar macht.

Im Mittel kann man nach diesen Zahlen für das Oberflächenwasser der Nordsee, abgesehen von den Küsten mit ihrem stets niedrigeren Salzgehalt und dem Wasser der Tiefen Rinne, 34 p. mille Salzgehalt annehmen, etwas weniger als Forchhammer (S. 498) als Maximum angiebt. Es enthält das Wasser:

[1]) Jahresber. d. Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung d. deutschen Meere f. 1872 und 1873. II und III. 1875.

In 1000 Theilen	1. Canal, Brighton.	2. Canal, Havre.	3. Nordsee. Helgoland.	4. Nordsee. Helgoland.	5. St. Georgs-Canal.	6. Irische See. Mitte.
Chlornatrium	27,0595	25,704	28,58	23,58	24,84	26,4392
Chlorkalium	0,7655	0,079	0,59	1,01	1,35	0,7463
Chlormagnesium . . .	3,6666	2,854	3,61	2,77	2,42	3,1508
Brommagnesium . . .	0,0293	0,030	—	—	Spur	0,0705
Bromnatrium	—	0,103	—	—	—	—
Kalksulfat	1,4066	1,210	4,01	1,18	1,20	1,3316
Magnesiasulfat . . .	2,2958	2,528	0,30	1,99	2,06	2,0661
Kalkkarbonat	0,0330	0,132	—	—	Spur	0,0475
Eisenoxydulkarbonat .	Spur	Spur	Spur	—	Spur	0,0050
Natronsilikat	—	0.017	—	—	Spur	—
Chlorammonium . . .	—	—	—	—	—	0,0004
Magnesianitrat . . .	—	—	—	—	—	0,0021
Summa . .	35,2563	32,657	37,09	30,53	31,87	33,8594

1. Schweitzer in Deville. Annuaire des eaux de la France. 1851.
   Am 3. Juli 1838 6 Miles von der Küste bei Brighton. Jod, Ammoniak Spur; sp. G. 1,02746 bei 15,5⁰.

2. Figuier und Mialhe. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 1848. 1000.
   Einige Lieues von der Küste bei Havre. Statt Kalisulfat ist Chlorkalium berechnet; sp. G. 1,0223.

3. Koppel. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1859. 834.
   Nahe bei Helgoland. Phosphorsäure, Ammoniak, Borsäure Spur; sp. G. 1,0243.

4. Backs. J. pr. Chem. 34. 186. 1845. Küste bei Helgoland; sp. G. 1,0234 bei 15^0.

5. Clemm. Ann. Chem. Pharm. 37. 111. 1841.
   Bei Barmouth, Nordwales, December 1839. Jod, Magnesiakarbonat, Phosphorsäure, organ. Substanz Spur; sp. G. bei 19^0 1,023.

6. Thorpe und Morton. Chem. news 21. 182. 1870.
   Im Januar 1870 in 54^0 21′ N. Br., 4^0 11′ W. L. (von Greenwich). etwa gleich weit von der englischen, schottischen und irischen Küste. Rückstand direkt bestimmt 33,83855. Chlorlithium, Magnesiakarbonat, Kieselsäure Spur; Jod nicht nachweisbar.

   An gleichem Ort im August 1865 geschöpftes Wasser gab 34,0821 Rückstand.

Auf 100 berechnet enthält die Salzmenge an:

	1	2	3	4	5	6
Chlornatrium	76,76	78,71	77,06	77,24	77,94	78,08
Chlorkalium	2,17	0,24	1,59	3,31	4,24	2,24
Chlormagnesium . . .	10,40	8,74	9,73	9,07	7,59	9,31
Bromverbindungen . .	0,08	0,41	—	Spur	—	0,21
Kalksulfat	3,99	3,70	10,81	3,86	3,77	3,89
Magnesiasulfat . . .	6,51	7,74	0,81	6,52	6,46	6,11
Sonstiges	0,09	0,46	—	—	—	0,16
Summa . .	100	100	100	100	100	100

Während das Wasser im Canal bei Brighton (1) reichlich den Salzgehalt der Nordsee zeigt, steht No. 2 mit dem grossen Gehalt an Kalkkarbonat unter dem Einfluss des kalkreichen Seinewassers, während No. 3 seinen grossen Gehalt an Salz und Kalksulfat örtlichen Ursachen verdankt. Aehnliche Zahlen wie die vorstehenden fanden Riegel für Havre (Rückstand direkt bestimmt 31,495), v. Bibra für Nordsee (34,384); Bischof zwischen England und Belgien (32,8); mit 5 stimmt Soltmann's Analyse für Nordernei genau überein.

Ueber den Salzgehalt der Tiefe liegen folgende Beobachtungen[1]) vor.

I. Norwegische Rinne zwischen Mandal und Korsfiord, Norwegen.

Tiefe in Faden à 6 F.	sp. G.	Salzgehalt ber.
1— 5	1,0214	28,03 p. m.
5— 10	1,0237	31,04
10 — 20	1,0263	34,45
20— 50	1,0264	34,58
50—100	1,0266	34,84
100—200	1,0271	35,50
Maximum	1,0272	35,63
II. Im offenen Meer zwischen Bergen und Peterhead		
69	1,0273	35,76.
III. Nordwestlich der Doggerbank		
36	1,0267	34,97.
IV. Südlich der Doggerbank		
37	1,0266	34,84.
V. Zwischen Lowestoft und Texel.		
bis 23	1,0270	35,37.

Aus I. ersieht man, wie an der Küste unter dem salzärmeren Oberflächenstrom bei 20—50 Faden Tiefe der mittlere Salzgehalt der Nordsee eintritt.

[1]) Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. 1875.

Im offenen Meer II. und V. ist der Salzgehalt grösser als über der Doggerbank III. und IV. Im nördlichen Theil der Nordsee II. ist in Folge der breiteren Verbindung mit dem Atlantischen Ocean der Salzgehalt grösser als im südlichen Theil V. und fast so gross als Forchhammer's Mittel für den benachbarten Atlantischen Ocean (35,$_{932}$). Der südliche Theil V. steht mit dem engeren Canal in Verbindung und erhält durch die Flüsse reichliche Zufuhr von Süsswasser.[1])

Skager Rack, Kattegat und Ostsee.[2])

Viel verwickelter als in der Nordsee sind in Bezug auf den Salzgehalt die Verhältnisse im Skager Rack, im Kattegat und in der Ostsee. Längere Beobachtungsreihen liegen für Belte, Sund, Eckernförder und Kieler Bucht und für die Ostsee westlich bis Hela vor, sparsamere für das Kattegat und Skager Rack. So viel sieht man schon jetzt: nur durch mehrjährige Beobachtung lässt sich — und das gilt namentlich für die westlicheren Theile — für einen bestimmten Punkt das Mittel des Salzgehaltes feststellen, denn dieser wechselt nicht nur im Laufe des Jahres, sondern auch in verschiedenen Jahren und zwar in hohem Maasse. Der Unterschied im Salzgehalt in Tiefe und Oberfläche ist hier grösser als in der Nordsee, und das Wasser der Oberfläche salzärmer als das der Tiefe. aber in beiden wechseln die Salzmengen beträchtlich.

Der grösste Theil des Skager Racks wird von der bis 430 engl. Faden tiefen Rinne an der südlichen Küste Norwegens eingenommen; das Kattegat erreicht nirgend 60 Faden Tiefe, der grosse und kleine Belt, der Sund sind nirgend über 40 Faden tief, in der Ostsee kommen Tiefen über 100 Faden nur in beschränkten Gebieten zwischen Stockholm, Dagoe, Libau und der Insel Gottland vor. Da die Zuflüsse aus dem ausgedehnten Entwässerungsgebiet der Ostsee stärker sind als die Verdunstung, da ferner das salzärmere leichtere Wasser sich fortwährend auf der Oberfläche des salzreicheren schwereren Wassers ausbreitet und die Ausgleichung der Gewichtsunterschiede zwar continuirlich. aber nur langsam eintritt, so muss aus der Ostsee durch Belte und Sund in's Kattegat hinein ein Abfluss leichteren Wassers stattfinden. Dieser Abfluss bildet in Belten und Sund die bei weitem vorherrschende Strömung der Oberfläche und geht bei ruhigem Wetter erst im Kattegat, sodann im Skager Rack an der schwedischen und weiter an der norwegischen Küste entlang, wo er, wie erwähnt, bis zum Bömmelfiord und bis in die Nordsee verfolgt ist.

Aus dem Skager Rack fliesst um Skagen herum ein Oberflächenstrom schweren salzreicheren Wassers in's Kattegat; ein salzreicher, kalter Unterstrom dringt aus der tiefen Rinne des Skager Racks an der Südküste Norwegens in's

[1]) Zuidersee bei Enkhuisen am 21. August 1872. Oberfläche 15,$_{44}$, in 27 F. Tiefe 15,$_{84}$ p. m. Salzgehalt. — [2]) Forchhammer. Forhandl. Skandin. Naturforsk. Ottende Möde. Kopenhagen 1861. 39. — v. Baer. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 1862. 4. 29. — Sass. Zs. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin. 2. 484. 1867. — Dr. H. A. Meyer. Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theils der Ostsee. Kiel 1870. — Jahresber. der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Jahrgang I. (Expedition im Sommer 1871 auf S. M. Avisodampfer Pommerania.) Berlin. 1873. II und III. Berlin. 1875. IV. V. VI. Berlin. 1878.

Kattegat und ist oft noch im grossen Belt als kalte Unterströmung an der niedrigen Temperatur zu erkennen. Demnach stehen das dem Skager Rack benachbarte Stück der Nordsee, das Skager Rack, das Kattegat und der westliche Theil der Ostsee, in geringerem Maasse der östliche Theil derselben, in fortwährender Wechselwirkung. Ausser jenen Strömungen spielen klimatische Einflüsse, namentlich Windrichtung, Menge des Niederschlags und Schmelzwassers, eine grosse Rolle.

In Bezug auf die Wirkung der salzreichen Unterströmung mag schon hier erwähnt werden, dass noch in den Tiefen der Verbindungsstrassen der Ostsee mit dem Kattegat in Helsingoer (in 16 Faden Tiefe, Max. $33{,}_{90}$ p. m. Salzgehalt) und in Korsoer (in 20 Faden Tiefe, Max. $32{,}_{72}$ p. m. Salzgehalt) ein Salzgehalt auftritt, der dem der Nordsee nahe kommt. Weiter südlich und östlich kommen 30 p. m. Salzgehalt als Tiefenmaximum nur selten vor; östlich der Linie Darserort—Giedser (Falster) findet sich auch in der Tiefe 20 p. m. Salzgehalt nicht mehr; zwischen Landsort und der Nordspitze von Gottland sind in 115 Faden Tiefe noch $9{,}_{96}$ p. m. beobachtet; 27 Seemeilen östlich von Gottland in 96 Faden $10{,}_{21}$; westlich von Libau in 50 Faden $9{,}_{2}$; NW von Libau in 50 Faden $9{,}_{2}$; NW von Brüsterort in 48 Faden Tiefe $11{,}_{06}$ p. m. Salzgehalt. Nach diesen Beobachtungen lassen sich für die Tiefen der Ostsee drei Gebiete mit einem Maximalsalzgehalt von 30, 20 und 10 p. m. einigermaassen abgrenzen.

Skager Rack.

Die Salzmenge der Oberfläche 11 Meilen W. von Hantsholm fand Forchhammer zu $31{,}_{095}$; 8 Meilen NW von Hantsholm Jacobsen zu $34{,}_{45}$ p. m.; die Pommerania 1871—1872 zwischen Skagen und Norwegen zu $28{,}_{30}$ bis $32{,}_{92}$ p. m. Darnach stellt sich der Salzgehalt der Oberfläche des Skager Racks etwas niedriger als der der Nordsee, im Mittel auf etwa 30 p. m. Nach den zwischen Mandal und Korsfiord ermittelten, in Folge des Oberstroms von leichtem Ostseewasser eintretenden, niedrigen Salzmengen müssen an der dem Skager Rack zugehörigen norwegischen Küste dieselben niedrigen Salzmengen vorkommen. Am Südende des Christianiafiords in Thorsoekilen bei Frederikstad fand Waage als Salzgehalt der Oberfläche $13{,}_{934}$ p. m.; bei Dröbak am 21. Oktober 1871 in 2 m Tiefe $26{,}_{49}$; in 28 m Tiefe $33{,}_{31}$; in 58 m Tiefe $31{,}_{95}$; in 80 m Tiefe $33{,}_{85}$ p. m. Mit 28 m tritt der Salzgehalt der Nordsee ein.[1])

Ekman[2]) fand am 6. August 1869 an der Küste von Bohuslän am Hallöleuchtthurm (zwischen Lysekil und Sötefiord) $25{,}_{87}$; etwas südlicher an den Paternosterschären ($^3/_4$ Meilen NW von Marstrand) am 10. August 1869 $20{,}_{91}$ p. m Salzgehalt, jenen Mengen zwischen Mandal und Korsfiord entsprechend.

In der Tiefe ist bis nach Marstrand hin der volle Salzgehalt der Nordsee beobachtet. Aus 7 Beobachtungen der Pommerania 1872 ergibt sich als Mittel $35{,}_{37}$ p. m Salzgehalt. In 364 Faden Tiefe auf der Höhe von Arendal fand

[1]) Forhandl. Videnskabs-Selskabet i Christiania. 1871. 507. A. und H. Strecker fanden 1854 im Wasser des Sandefiords $13{,}_{9917}$ p. m. Salzgehalt und das sp. G. $1{,}_{0114}$. — [2]) Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Neue Folge Bd. 9. 1870. No. IV. p. 18 und 43. Spec. Gew. bei 15 ^{0} $1{,}_{01962}$ und $1{,}_{01603}$.

1871 die Pommerania 35,26; **Ekman**, Sommer 1869 im Kosterfiord (WSW Stromstad) in 100 Faden 35,01; etwas südlicher zwischen Hvaloe und Herteroe in 10 Faden nach 29,99 p. m. Salzgehalt. **Ekman** (l. c. 28) giebt folgende Mittel für den Salzgehalt p. m.

Tiefe in Faden	Marstrand	zw. Marstrand und Vinge (etwas südlicher)
0	23,8	19,1
1	24,7	19,6
2	25,6	21,0
3	26,6	21,9
4	27,2	22,2
5	28,2	22,9
10	31,2	24,8
15	32,3	30,2
20	33,1	30,9
30	33,4	
35	33,7	
40	34,0	
50	34,6	
100	35,0	

Südlich von Marstrand ist demnach auch in der Tiefe, die freilich überhaupt geringer ist als bei Marstrand, salzärmeres Wasser vorhanden als bei Marstrand, und erst in 15 Faden Tiefe äussert sich dort die stärkere Einwirkung des Unterstroms, der Salzgehalt steigt um 6 p. m., während bei Marstrand die Zunahme des Salzgehaltes allmählicher geschieht.

Kattegat.

Nach dem früher Mitgetheilten muss der Salzgehalt der Oberfläche ein sehr wechselnder sein und ebenso in der Tiefe; es lässt sich kaum noch ein Mittel für das Ganze angeben. Die Einströmung des leichteren Ostseewassers bedingt geringeren Salzgehalt der Oberfläche als im Skager Rack und grösseren Wechsel, aber gegen die Ostsee als Ganzes bleibt der Salzgehalt bedeutend höher. Nach **von Baer** bildet das Vorgebirge Kullen an der Westküste Schwedens und der Einfahrt zum Sund eine sehr merkliche Grenze für Fauna und Flora; Organismen, welche gegen Abnahme des Salzgehaltes empfindlich sind, zeigen sich nicht südlich von Kullen.

Während die Oberfläche nach **Forchhammer** zwischen Skagen und Hirtsholm 32,67 p. m. Salzgehalt zeigte, betrug er an der Oberfläche

2 Seemeilen O von Skagen	22,53	Pommerania, Sommer 1871
Vor der Aalbeks Bucht	26,20	Pommerania, Sommer 1872
W von Laesoe	21,09	Pommerania, Sommer 1871
O von Laesoe, nahe d. schwed. Küste	22,80	Pommerania, Sommer 1871
N von Anholt	17,35	Forchhammer
N von Kullen	11,34—17,25	Forchhammer

N von Kullen	17,29—17,68	Pommerania, Sommer 1871
Um Ebeltoft, Jütland	15,97—23,56	Meyer, Sommer 1868
Um Veroe, S von Ebeltoft und N vom grossen Belt	11,13—13,87	Meyer, Sommer 1868
Zwischen Jütland und Samsoe	20,42—22,78	Meyer, Sommer 1868
N vom kleinen Belt	15,57—16,97	Meyer, Juli 1868
N vom kleinen Belt	22,76—27,49*)	Meyer, August 1868
Isefiord,[1]) Seeland	16,49	Meyer, August 1868

Darnach entspricht das Minimum der Oberfläche des Kattegats nicht dem Mittel der Oberfläche der Kieler Bucht und etwa dem Mittel der Ostholsteinischen Küste, das Maximum ist jedoch grösser als das grösste Monatsmittel der Belte, des Sundes und der Ostsee.

Bis vor Helsingoer und bis in die Einfahrt zum Sund dringt in der Tiefe der fast volle Salzgehalt der Nordsee vor. Es betrug der Salzgehalt p. m.

W von Laesoe, in 9 Faden Tiefe	34,77	Pommerania
Um Ebeltoft, in 7 Faden Tiefe	29,32	Meyer
Um Veroe und N vom grossen Belt, in $9^1/_2$ Faden Tiefe	28,93	Meyer
Zwischen Jütland und Samsoe, in 14 Faden Tiefe	30,12	Meyer
Zwischen Samsoe und Revsnaes, Seeland, in 28 Faden Tiefe	33,27	Pommerania
N vom kleinen Belt, in 14 Faden Tiefe	28,14	Meyer, Juli 1868
N vom kleinen Belt, in 9 Faden Tiefe	27,49*)	Meyer, August 1868
Kullen, Einfahrt in den Sund, in 15 F. Tiefe	35,20	Pommerania
Vor Helsingoer, in 19 Faden Tiefe	33,54	Pommerania.

Belte und Sund.

Von den drei verhältnissmässig engen und wenig tiefen Verbindungen des Kattegats mit der Ostsee — grosser Belt, kleiner Belt, Sund — ist die erstere als die breiteste und tiefste Strasse bei weitem die wichtigste. Durch alle drei fliesst salzärmeres Wasser als Oberströmung ab, salzreicheres als Unterströmung ein. Im Allgemeinen folgen die Unterströmungen weiter in der Ostsee den grössten Tiefen als vorgeschriebenen Strombetten, und ihre Wirkung ist weithin in die Ostsee hinein, bis in die Enge zwischen Bornholm und der schwedischen Küste, zu verfolgen. Sie bedingen den grösseren Salzgehalt der Tiefe.

Die Bedeutung der drei Verbindungen geht aus folgenden Zahlen hervor, welche G. Karsten[2]) mittheilt:

*) Nordweststurm, Strömung eingehend. — [1]) In dem kaum mehr als 6 Faden tiefen Isefiord fand sich auch in 5 Faden Tiefe 16,49 p. m. Salzgehalt, ebenso viel als an der Oberfläche. Vorhergehender Nordsturm hat wohl in diesem Falle schweres Salzwasser über die Barre getrieben und diese die Ausgleichung mit dem leichteren Wasser verhindert. — [2]) Jahresber. d. Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere. II und III. 329. 1875. IV. V. VI. 1878.

Salzgehalt des Oberflächenwassers p. m.

1. Sund, Helsingoer. Mittel aus 28 Monatsmitteln 14,79
   Maximum 17,80. Minimum 12,30.
2. Kleiner Belt, Fridericia. Mittel aus 26 Monatsmitteln 19,50
   Maximum 23,43. Minimum 17,15.
3. Kleiner Belt, Sonderburg. Mittel aus 53 Monatsmitteln 19,37
   Absolut. Maximum 28,00. Minimum 13,6.
   Jahresmittel nach 1874, 1875, 1876. 19,60
4. Grosser Belt, Korsoer. Mittel aus 17 Monatsmitteln 17,94
   Maximum 25,95. Minimum 14,66.

Salzgehalt des Tiefenwassers.

1. Sund, Helsingoer, Mittel aus 28 Monatsm. 36,6 m 26,18
   Maximum 28,37. Minimum 23,69.
2. Kl. Belt, Fridericia. Mittel aus 26 Monatsm. 16,5 m 21,22
   Maximum 25,39. Minimum 18,98.
3. Kl. Belt, Sonderburg. Mittel aus 53 Monatsm. 18,3 m 21,60
   Absolut. Maxim. 31,8. Minim. 14,1
   Jahresmittel nach 1874, 1875, 1876. 21,18
4. Gr. Belt, Korsoer. Mittel aus 17 Monatsm. 36,6 m 29,32
   Maximum 32,72. Minimum 24,74.

Die Bedeutung des grossen Beltes für den Unterstrom springt aus diesen Zahlen hervor: das Tiefenwasser des grossen Beltes ist bei Weitem das salzreichste und erreicht in seinem Maximum fast den Salzgehalt der Nordsee. Betragen die Unterschiede zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser im Mittel im kleinen Belt etwa 2 p. m., so steigen sie im Sund und im grossen Belt auf fast 12 p. m.

Am 17. Juni 1871 zwischen Korsoer und Sprogoe im grossen Belt geschöpftes Wasser ergab

		a	b	c	d	e	f
Aus Tiefe	Stromrichtung	Salzgehalt	Chlor	Schwefels.	Kalk	Magnesia	Coefficient
1 F. unter	SN.	10,0046	5,478	0,684	0,188	0,6074	1,826
der Oberfl.			(100)	(12,49)	(3,43)	(11,09)	
35 Faden	NS.	30,2630	16,67	1,931	0,512	1,826	1,815
Grund			(100)	(11,58)	(3,07)	(10,96)	

Der obere salzärmere Strom ist darnach relativ reicher an Schwefelsäure und Kalk, was sich durch die Beschaffenheit der Flusswässer erklärt. Der salzreiche Unterstrom beginnt bisweilen schon in 3, bisweilen, wie hier, erst unterhalb 10 Faden (18,3 m) Tiefe.

Bei Malmoe im Sund fand die Pommerania am 28. Juni 1871 auf der Oberfläche 7,87, in 9 Faden Tiefe 8,20 p. m. Salzgehalt. Da Struve im September 1852 17,359 p. m. Salzgehalt dort fand, so ergibt sich für Malmoe's Oberflächenwasser eine Differenz von fast 10 p. m.

Ostsee.

Entfernt man sich nach Süden und Osten von Belten und Sund, so sieht man den Salzgehalt abnehmen, wenn auch nicht gleichmässig und stetig. In den westlicheren, dem Zustrom des salzreicheren Wassers näher gelegenen Theilen ist der Salzgehalt grösser und der Wechsel, namentlich für das Oberflächenwasser, stärker als in den östlicheren Theilen, welche etwa östlich der Linie Darser Ort—Falster beginnen. Westwärts bis nach Rügen steigt der Salzgehalt kaum auf 10 p. m. In Hela, Danziger Bucht, ist das Maximum 8,6 p. m. beobachtet.

Da Westwinde den Nordseestrom, Ostwinde den Ostseestrom vermehren, so dringt im Spätsommer und Herbst mit den heftigen, auch im Winter herrschenden Westwinden, das schwere Wasser ein und erhält sich den Winter über; die Grenze des regelmässig schweren Winterwassers scheint bei Rügen erreicht zu sein. Im Frühling und Frühsommer hemmt das Schmelzwasser der Ostseezuflüsse den Eintritt des Nordseewassers. Der Salzgehalt der Ostsee ist demnach in zwei Richtungen veränderlich: er wächst von Ost nach West und von der Oberfläche nach der Tiefe. Der geringere Salzgehalt der grossen östlichen Abtheilung ist in den einzelnen Jahren (und auch in den Tiefen) viel kleineren Schwankungen unterworfen als der grössere Salzgehalt der kleineren westlichen Abtheilung. Beträgt der Salzgehalt der

Oberfläche		Tiefe	
a. der Kieler Bucht[1]	16,77;	a'. Kieler Bucht	20,57 (29,3 m)
b. Hela	7,467;	b'. Hela	7,9 (21,9 m)

so ist die Schwankung für

a.	+ 9,6 und — 11,1;	b.	+ 1,2 und — 3,0
a'.	+ 8,25 und — 5,5;	b'.	+ 1,0 und — 0,8.

Der Dars, Rügen, die Rönnebank zwischen Bornholm und Rügen und die Insel Bornholm bilden nach G. Karsten[2]) eine Barriere, welche das Vordringen des salzreicheren Wassers an die deutschen Küsten östlich von Rügen hemmt, während nördlich von Bornholm das salzreichere Wasser sich weiter nach Osten vorschiebt. Oestlich dieser Linie ist auch in den grössten Tiefen mehr als 20 p. m. Salzgehalt nirgend beobachtet, bei Darserort in 15 Faden Tiefe noch 24,67 p. m.

Für den Salzgehalt der Oberfläche östlich der Linie Darserort—Falster liegen zahlreiche Beobachtungen[3]) vor, nach denen das Mittel im Sommer etwa 7 p. m. $\pm$ 1 p. m. beträgt.[4]) Dies grosse Becken reicht östlich etwa bis zur Linie Reval—Barsund und nördlich noch etwas über die Ålandsinseln hinaus, wie die folgenden Zahlen zeigen.

Auch für die Tiefen des östlichen Theils sind zahlreiche Beobachtungen vorhanden; Maximum östl. von Svanicke, Bornholm, in 46 Faden Tiefe 16,76 p. m.,

[1]) Jahresmittel 1874 bis 76. — [2]) Jahresber. d. Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere. 1878. 278. — [3]) Forchhammer, A. Goebel jun., Sass, Struve, Edlund (Svensk. Vetensk. Akad. Handl. 1871. 29). — [4]) Fahrten der Pommerania.

entsprechend dem Mittel der Oberfläche der Kieler Bucht. In 115 Faden zwischen Landsort und Gottland wurden von der Pommerania nur 9,96, bei Svartklubben N. von Grisselhamn in 100 Faden Tiefe nur 7,46 p. m. von Forchhammer gefunden. Der Unterstrom des grossen Beltes dringt zwischen Langeland und Laaland hindurch nach der holsteinischen Küste, dann durch den Fehmarnbelt weiter nach Warnemünde, an der Westküste von Rügen entlang und endlich zwischen Bornholm und der schwedischen Küste vor.

Im bottnischen Meerbusen fällt in Folge des reichen Zustroms von Süsswasser der Salzgehalt, am stärksten im nördlichen Theil. Bei Karleby kommen nach von Middendorff nur Süsswassermuscheln vor. Bis zur Verengerung Quarken wird nach von Baer das Wasser getrunken, südlich von Quarken ist der Salzgehalt grösser. Es liegen nur einmalige Sommerbeobachtungen vor; nach ihnen hat südlich von Quarken die schwedische Seite schwächeren Salzgehalt als die russische Seite. Erklärt sich dies Verhalten durch die grösseren Flüsse der schwedischen Küste oder ist eine Strömung vorhanden?

Südlich von Quarken.

NO. von Gefle 60° 51′ N. Br., 17° 46′ Ö. L. 17. Juli. SW-Wind.	4,8 p. m.	Edlund.
O. von Söderhamm 61° 11′ N. Br., 17° 35′ Ö. L. 23. Juli. S.S.W.-Wind.	4,6 p. m.	Edlund.
SO. von Hernösand 62° 30′ N. Br., 18° 14′ Ö. L. 18. Juli. SW-Wind.	4,2 „	„
N. von Aland, auf der Höhe von Nystadt. SOS.-Wind. 9. August 1862.	6,310 „	H. Struve.
S. von Kristinestad. N.-Wind. 11. August 1862.	6,018 „	„
S. von Wasa, W. von Gåshällan. 11. August 1862. S.S.W.-Wind.	5,821 „	„

Nördlich von Quarken.

S. von Umeå, 63° 19′ N. Br., 20° 9′ Ö. L. 21. Juli. W.S.W.-Wind.	3,9 „	Edlund.
S.S.O. von Skellefteå, 64° 17′ N. Br., 21° 31 Ö. L. 14. August. S.O.-Wind.	3,5 „	„
S. von Niederkalix, 65° 29 N. Br., 23° 10′ Ö. L. 10. Aug. S.S.W.-Wind.	2,6 „	„
Ausserhalb Brahestad N.N.W.-Wind. 18. Juli 1862	3,860 „	H. Struve.
Ausserhalb Uleåborg, Lootsplatz Messkär. W.-Wind. 21. Juli 1862.	3,774 „	„

Im finnischen Meerbusen nimmt nach Osten hin der Salzgehalt rasch ab. Von der Newamündung bis Kronstadt gilt das Wasser für völlig süss; bis zur Ostküste bei der Insel Hogland wird es nach von Baer vom Vieh und selbst von der arbeitenden Klasse getrunken.

Bar-Sund, zwischen Helsingfors und Åbo. August 1852.	6,752	H. Struve.
Reval 25. Juli 1870. S.O.-Wind.	5,37	Sänger.[1])
Reval 17. August. N.O.-Wind.	6,25	Göbel sen.
Stenskär 23. Juli 1870. N.O.-Wind.	4,03	Sänger.[1])
Zwischen Hogland und Klein Tütters. 4. Juli. N.W.-Wind.	4,76	Forchhammer.
Hogland 23. Juli 1870. N.O.-Wind.	3,25	Sänger.[1])
Chudleigh in Ehstland ca. 45° 20′ Ö. L. (Ferro). Sommer.	4,444	Schmidt.[2])
Zwischen Nervö und Seskär. 4. Juli. N.W.-Wind.	3,552	Forchhammer.
Seskär 23. Juli 1870. N.O.-Wind.	2,618	Sänger.[1])
1/2 Meile westlich von Kronstadt. 24. Mai.	0,730	Forchhammer.
Kauffahrtheihafen von Kronstadt.	0,610	„

(Folgt die umstehende Tabelle Seite 518/519.)

1. Bei Landskrona; 55° 50′ N. Br., 30° 41′ Ö. L. (von Ferro). Nach zweitägigem heftigen SW-Sturm. September 1852. H. Struve. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 4. 130. 1861.
2. Westlich von Malmö; 55° 30′ N.Br., 30° 45′ Ö.L. Bei Windstille, aber unter dem Einfluss des vorher eingetriebenen Wassers. S. No. 1. Struve l. c. September 1852.
3. Bei Karlskrona; 56° 10′ N. Br., 33° 10′ Ö. L. Nach mässigem West. Struve l. c. September 1852.
4. Zwischen Oeland und Gottland. C. Schmidt. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 24. 231. 1877. Geschöpft am 28. September 1870. Aussserdem m Cl Rb 0,0041, Br^2 Mg 0,0114, Kalkphosphat 0,0010.
5. Bei Westerwyk; 57° 40′ N. Br., 34° 30′ Ö. L. Nach mässigem West. Struve l. c. September 1852.
6. Auf der Höhe von Nyköping in ziemlich offener See; 59° N. Br., 35° Ö. L. Nach anhaltend stillem Wetter. Struve l. c. Sept. 1852.
7. Svartklubben, N. von Grisselhamn. Forchhammer. Philos. Transact. 1865. 261.

VII. Aus 600 Fuss Tiefe, Svartklubben, N. von Grisselhamn. Forchhammer l. c.

8. Degerby, Alandsinseln, SO. von der grossen Insel. 60° N.Br., 38° Ö.L. Nach anhaltend stillem Wetter. Struve l. c. August 1852.
9. Westlich der Waigatinseln, W. von Oesel. 23. Juli 1855. Bei leichter SO-Brise. A. Goebel jun. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 4. 131. 1862.[3])
10. Soelasund zwischen Oesel und Dagoe. 20. Juni 1855. Bei stillem Wetter. A. Goebel l. c.
11. Zwischen Ehstland und Moon. Sass. J. pr. Chem. 98. 251 und 99. 480. 1866.

[1]) Nach dem spec. Gew. berechnet aus H. A. Meyer. Beitrag zur Physik des Meeres. Kiel. 1871. — [2]) 80 Fuss von der Küste entfernt. — [3]) Die 4 Analysen von A. Goebel (No. 9. 10. 12. 13) geben den Salzgehalt in 1 Liter (1000 cbcm) Seewasser an. Angaben des sp. G. fehlen.

Sund und Ostsee (Bottnischer Meerbusen

1000 Th. Wasser enthalten	1 Sund Landskrona	2 Sund W. von Malmoe	3 Ostsee Karlskrona	4 zwisch. Oeland und Gottland	5 Westerwyk	6 Nyköping	7 Svartklubben	VII Tiefe b. Svartklubben
Chlornatrium . . .	15,668 (Chlornatrium + Chlorkalium)	14,597 (Chlornatrium + Chlorkalium)	8,695	5,5819	6,178 (Chlornatrium + Chlorkalium)	5,725	4,474	5,810
Chlorkalium . . .			0,111	0,1311		0,235	0,069	0,092
Chlormagnesium . .	1,192	1,115	1,414	0,6990	0,719	0,726	0,678	0,526
Bromnatrium . . .	—	—	—	s. 4	—	—	—	—
Schwefels. Kalk . .	1,708	0,694	0,624	0,3876	0,304	0,461	0,322	0,333
Schwefels. Magnesia	0,299	0,953	0,183	0,3794	0,456	0,291	0,329	0,632
Kohlens. Kalk . .	—	—	—	0,0169	—	—	—	—
Kohlens. Magnesia .	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Eisenoxydul	—	—	—	0,0012	—	—	—	—
Kieselsäure . . .	—	—	—	0,0028	—	—	0,097*	0,072*
Organische Substanz	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa . .	18,867	17,359	11,027	7,2159	7,657	7,438	5,919	7,465
Abdampfrückstand bei 100° C.	20,430	17,840	12,390	—	8,358	7,808	—	—
Specifisches Gewicht	1,0153	1,0134	1,0090	1,005711 b. 17,3°	1,0064	1,0060	—	—

*) Nach der Auflösung des Abdampfrückstandes Zurückgebliebenes: SiO^2, $CaOCO^2$, Eisenoxyd etc. s. S. 492.

12. Zwischen Kaugern und Carlsbad am 28. August 1854 bei frischem Westwind. A. Goebel l. c. Rigischer Meerbusen.
13. Bucht von Hapsal am 24. Juli 1860 bei leisem SW.-Wind. A. Goebel l. c.
14. Bar-Sund, Durchfahrt in den Skären, zwischen Helsingfors und Abo. 59° 50′ N. Br., 41° 15′ Ö. L. Nach anhaltend stillem Wetter. H. Struve l. c. September 1852.
15. Chudleigh (ca. 36 Werst W. von Narwa). Geschöpft in 80 Fuss Entfernung von der hohen Küste. Schmidt. Arch. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands I. 1. 107. 1854—1857.
16. Höhe von Nystad. 21./9. August 1862. SOS-Wind. H. Struve. Mém. Acad. St. Pétersbourg. VIII. 6. p. 4. 1864.
17. S. von Kristinestad. 23./11. August 1862. Struve ib. N.W.-Wind.
18. S. von Wasa, W. von Gåshällan. 23./11. August 1862. Struve ib. S.S.W.-Wind,
19. Ausserhalb Brahestad. 30./18. Juli 1862. Struve ib. N.N.W.-Wind.
20. Ausserhalb Uleåborg. 2. August/21. Juli 1862. Struve ib. W.-Wind.

von Süd nach Nord) und Wasser der Tiefe.

8 Degerby	9 W. von Oesel	10 zw. Oesel und Dagoe	11 zw. Ehstland u. Moon	12 Rigischer Busen	13 Bucht von Hapsal	14 Bar-Sund b. Helsingf.	15 Chudleigh	16 Höhe von Nystad	17 Südl. v. Kristinestad	18 S. v. Wass Gåshällan	19 Ausserhalb Brahestad	20 Ausserhalb Uleåborg
4,350	5,2341*	5,4912*	5,1488	4,4643*	4,3771	5,288	3,499	4,777	4,728	4,695	2,760	2,830
	0,1159	0,1337	0,0736	0,0832	0,0767	0,171	0,111	0,262	0,169	0,072	0,246	0,098
0,984	0,8009	0,7817	0,6504	0,5011	0,7239	0,710	0,358	0,629	0,400	0,506	0,384	0,392
—	s. ClNa	s. ClNa	Spur	s. ClNa	0,0816	—	0,030	—	—	—	—	—
0,231	0,4020	0,3282	0,2772	0,3509	0,2806	0,343	0,194	0,257	0,338	0,284	0,325	0,218
0,330	0,2832	0,3873	0,3496	0,2394	0,3186	0,240	0,264	0,375	0,253	0,305	0,103	0,229
—	—	—	0,0487	0,0473	0,0294	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0,0991	0,0738	0,0403	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	Spur	0,0067	Spur	—	—	—	—	—	—	—
—	0,0230	0,0060	0,0179	0,0211	0,0006	—	Spur	—	—	—	—	—
—	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—	—	—	—	—	—
5,895	6,6584	7,1271	6,6653	5,7868	5,8787	6,752	4,444	6,300	5,888	5,792	3,818	3,767
6,115	—	—	—	—	—	7,010	—	6,310	6,013	5,821	3,860	3,774
1,0046	—	—	1,00474 b. 15,7°	—	—	1,0054	1,0034	—	—	—	—	—

*) In 9. 10. 12 ist unter Chlornatrium der Gehalt an ClNa und BrNa vereinigt angegeben.

Auf 100 berechnet ergibt:

	4	6	7	VII	11	13	15	16	19
Chlornatrium	77,36	76,97	75,59	77,83	77,25	74,46	78,56	75,83	72,29
Chlorkalium	1,82	3,16	1,49	1,23	1,10	1,30	2,50	4,16	6,44
Chlormagnesium	9,69	9,76	11,46	7,05	9,76	12,31	7,94	9,98	10,06
Bromnatrium	0,16	—	—	—	Spur	0,54	0,67	—	—
Kalksulfat	5,37	6,20	5,44	4,46	4,16	4,77	4,37	4,08	8,51
Magnesiasulfat	5,26	3,91	5,56	8,47	5,24	5,42	5,94	5,95	2,70
Kalkkarbonat	0,23	—	—	—	0,73	0,60	Spur	—	—
Magnesiakarbonat	—	—	—	—	1,49	0,69	—	—	—
Kieselsäure	0,03	—	0,46*	0,96*	0,27	0,01	Spur	—	—
Eisenoxydulkarbonat	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorrubidium	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

H. Struve berechnet aus 27 Analysen der Strecke zwischen Landskrona, Uleåborg und Nervö, den Chlorgehalt 100 gesetzt, folgende Zahlen, denen ein-

geklammert die von Forchhammer für die Ostsee angegebenen Mittel beigefügt sind.

Chlor 100		Mittel	Maximum	Minimum.
Schwefelsäure	(12,78)	11,78	13,62	7,71
Kalk	(3,64)	4,30	7,80	2,90
Magnesia	(11,94)	10,56	15,58	4,79
Kali	(1,97)	2,88	10,98	1,18
Natron		74,65	85,94	70,11

Namentlich im bottnischen, aber auch im finnischen Meerbusen sieht man den Schwefelsäuregehalt allmählich steigen, bedingt durch den Süsswasserzustrom. Das Maximum fällt auf Uleåborg, das Minimum auf Karlskrona. Wo die Magnesia örtlich herabgedrückt wird, steigt die Menge der Kalkerde, und umgekehrt. Im Ganzen ist der Mittelwerth von Magnesia + Kalk 14,86 und ziemlich constant, am meisten schwankt die Kalimenge.

Weisses Meer und Nördliches Eismeer.

Nach der Analyse von C. Schmidt[1]) enthält das Wasser des Eismeeres zwischen der Insel Kolgujeff und der Südwestküste von Nowaja-Semlja (69° 55′ N. Br. und 49° 30′ Ö. L. von Greenwich) entnommen am 11. Juli 1870 in 1000 Theilen:

Chlornatrium	25,8117	= 77,96 pCt.
Chlorkalium	0,5627	1,70
Chlormagnesium	3,2004	9,67
Chlorrubidium	0,0172	0,05
Brommagnesium	0,0509	0,15
Schwefels. Kalk	1,2687	3,83
Schwefels. Magnesia	2,1373	6,46
Kohlensauren Kalk	0,0307	} 0,10
Kohlens. Eisenoxydul	0,0016	
Kieselsäure	0,0144	0,04
Kalkphosphat ($Ca P^2 O^6$)	0,0149	0,04
	33,1105	100

Das specifische Gewicht bei 15° betrug 1,02539. Das Wasser steht unter dem Einfluss der Nordwestausläufer des Golfstroms und der Petschoramündung. Aus der letzteren Ursache erklärt sich der geringere, unter das oceanische Mittel fallende Salzgehalt, der relativ hohe Gehalt an Kalkkarbonat und der etwas niedrige Kochsalzgehalt. Uebrigens ist die Vertheilung der Salze von dem des oceanischen Mittels wenig abweichend.

Das Wasser des Weissen Meeres, im September 1873 vor Solowetz zwischen Kewi- und Dwina-Mündung geschöpft, enthielt 25,9528 Festes (sp. G. bei 18,3° 1,01974), von Cap Orlow gegenüber der Mesenmündung 28,5932 Festes

[1]) Bull. Acad. St. Pétersb. 16. 179. 1871 und 20. 159. 1874. In Bd. 24. 232. 1877 sind noch zwei nahestehende Analysen angeführt.

(sp. G. bei $16,_{7}°$ $1,_{021758}$) mit resp. $20,_{1294}$ und $22,_{3035}$ Cl Na und $0,_{0450}$ und $0,_{0473}$ Kalkkarbonat. Die Rechnung ergibt für Wasser bei Solowetz eine Mischung aus 782 Theilen Eismeerwasser mit 218 Theilen Flusswasser und bei Cap Orlow aus 861 Theilen Eismeerwasser mit 139 Theilen Flusswasser.

Mittelländisches und Adriatisches Meer, Bosporus, Schwarzes und Asowsches Meer.

Trotz des Zustromes von salzärmerem Wasser aus dem Bosporus, Schwarzen und Asowschen Meer und von süssem Wasser durch die Flüsse ist, bedingt durch die Configuration des umgebenden Landes, die Verdunstung im Mittelmeer so gross, dass dort überall an der Oberfläche salzreicheres Wasser als im Atlantischen Ocean auftritt. In Folge davon dringt durch die Strasse von Gibraltar das leichtere, salzärmere, Atlantische Wasser als Oberflächenstrom in das Mittelmeer (am stärksten an der afrikanischen Küste); die Wirkungen dieser Strömung sind bis Cabo de Gata und an der afrikanischen Küste bis in die Bai von Tunis zu spüren.[1] Dagegen fliesst in der Tiefe durch die Strasse von Gibraltar salzreicheres Wasser des Mittelmeers in das Atlantische Meer ab, soweit es nämlich ein untermeerischer Rücken zwischen Cap Trafalgar und Spartel erlaubt, welcher eine „marine Wasserscheide“ zwischen den beiden Meeren bildet. Erhöbe sich der Grund der Strasse von Gibraltar um 200 Faden, so wäre die Trennung der beiden Meere fast vollständig.

Carpenter[2]) bestimmte nach vielen Versuchen das mittlere specifische Gewicht des Oberflächenwassers für den westlichen Theil des Mittelmeers zu $1,_{0274}$, für den östlichen Theil bei Sicilien zu $1,_{0280}$ (Max. $1,_{0284}$), zwischen Kreta und Malta zu $1,_{0284}$—$1,_{0288}$. An der Libyschen Küste fand er sogar $1,_{0293}$—$_{94}$. Im östlichen Theil ist die Einwirkung der atlantischen Einströmung fast Null und die der heissen und trockenen Winde der Libyschen Wüste bedeutend, so dass sich dadurch das östlich von Malta höhere specifische Gewicht erklärt, wie schon Forchhammer bemerkt.

Während im Atlantischen Ocean zwischen Falmouth und Lissabon nach der Tiefe hin Temperatur, Salzgehalt und specifisches Gewicht abnehmen,[3]) liegt im Mittelmeer der grössere Salzgehalt unter der Oberfläche. Ungeachtet der Erwärmung durch die Sonne und der dadurch bewirkten Verminderung des specifischen Gewichts wird nämlich die Concentration an der Oberflächenschicht im Mittelmeer so gross, dass diese Schicht untersinkt und eine neue Schicht an die Oberfläche drängt, welche denselben Process durchmacht. Im westlichen Theile des Mittelmeeres bleibt die in 100 Faden Tiefe herrschende Temperatur herrschend in allen darunter liegenden Tiefen, die bis etwa 1500 Faden reichen.

[1]) Carpenter. Proc. Roy. Soc. 19. 171 und 205. 1871. — [2]) ib. 19. 198 und 20. 582. 1872. — [3]) Carpenter l. c. 19. 188 und 220 fand die Temperatur an der Meeresoberfläche dort = $15,_{6}{}^{0}$—20^{0}, in Tiefen von 1065—1095 Faden = $4,_{3}{}^{0}$. Mittel des Chlorgehaltes an der Oberfläche = $19,_{94}$, in Tiefen bis 1095 Faden = $19,_{75}$. Maximum entsprechend $20,_{19}$ und $19,_{98}$. S.W. vom Cap St. Vincent Oberflächen-Temperatur 20^{0} in 1560 Faden Tiefe $3,_{06}{}^{0}$ ib. 20. 540.

Im Gebiet von der Strasse von Gibraltar bis östlich zu einer Linie Stromboli-Malta ist sie[1]) constant und permanent $12{,}_5°$ bis $12{,}_8°$. Im östlichen tieferen Theile des Mittelmeeres (mit Tiefen bis nahe an 2200 Faden) beginnt die constante Temperatur erst bei 200 Faden Tiefe, die Erwärmung durch die Sonne reicht dort tiefer hinab; Oberflächen- und Tiefentemperatur ist dort etwas höher als im westlichen Theil. Erstere wird bedingt durch die etwas südlichere Breite, durch das Fehlen hoher Bergketten an der dortigen Südküste, während weiter westlich Atlas und andere Bergketten zwischen Sahara, Marocco und Algier liegen, endlich durch die nicht so weit reichende Einwirkung des kalten atlantischen Einstromes, während der Nil in den heissesten Monaten des Jahres reichliche Wassermassen bringt. Am 3. October 1871 fand Carpenter in 35° 54′ N. Br. und 16° 23′ Ö.L. die Oberflächentemperatur = $26{,}_7°$, in 1650 Faden Tiefe $13{,}_3°$; am 11. October 1871 32° $17{,}_5$′ N.Br. und 26° 44′ Ö.L., entsprechend $26{,}_1°$ und $13{,}_7°$ in 1970 Faden Tiefe.[2]) Im östlichen Theil ist die constante Tiefentemperatur also etwa 1° höher als im westlichen.

Carpenter nimmt an, dass das Mittelmeerwasser unter 500 Faden Tiefe nur ausserordentlich geringe Bewegung, sei sie vertikal oder horizontal, erfährt; es stagnirt dort, ist sauerstoffarm[3]) und daher arm an Organismen.

Schon Wollaston[4]) analysirte Wasser aus dem salzreichen Unterstrom, der aus dem Mittelmeer in's Atlantische Meer geht. Er fand

4° 30′ Ö.L. 680 Miles O von Gibraltar in 450 Faden Tiefe Salzgehalt $40{,}_5$; sp. G. $1{,}_{0294}$.

1° 0′ Ö.L. 450 Miles O von Gibraltar in 400 Faden Tiefe Salzgehalt $39{,}_9$; sp. G. $1{,}_{0295}$.

Aehnlich fand von Baumhauer[5]) in der Strasse von Gibraltar 35° 57′ N.Br. 5° 40′ W.L. (SW. von Tarifa) 16. October 1859

Oberfläche	Salzgehalt $39{,}_{75}$;	sp. G. bei 15°	= $1{,}_{02697}$.
550 Meter Tiefe	„ $41{,}_{08}$;	„ „ „	= $1{,}_{02856}$.

Weiter östlich 6° 8′ W. L. 18. October 1859

Oberfläche	Salzgehalt $39{,}_{65}$;	sp. G. bei 15°	= $1{,}_{02710}$.
280 Meter Tiefe	„ $39{,}_{80}$;	„ „ „	= $1{,}_{02715}$.

Aus den 21 von von Baumhauer untersuchten Proben geht hervor, dass die Verschiedenheit in der Dichtigkeit zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser in der Strasse von Gibraltar selbst etwas grösser ist als westlich davon. Die Beweise für den nach von Baumhauer noch nicht ganz sicher gestellten Unterstrom aus dem Mittelländischen Meer in das Atlantische Meer hat 1870 Carpenter direkt geliefert durch eingesenkte Strommesser (current-drag).

[1]) Carpenter. l. c. 19. 195 und 221. — [2]) Carpenter. l. c. 20. 579. 1872. — [3]) Das Gas in dem Wasser aus den letztangegebenen Tiefen enthielt etwa 5 O, 35 N und 60 CO^2. — [4]) Bischof. Chem. Geol. II. 40 aus Phil. Transact. 1829. I. 29. Eine dritte Angabe mit 173 Salzgehalt beruht, wie Carpenter (l. c. 19. 169) nachweist, auf einem Irrthum. — [5]) Verslagen en medeelingen der K. Akad. van Wetenschappen. Afv. Natuurkunde. Deel 12. 1861. p. 316. Amsterdam. 1861.

Aus seinen Angaben, die mit den 1871 erhaltenen in Bd. 20 der Royal Proceedings übereinstimmen, sind folgende herausgehoben:

I. Mitte der Strasse von Gibraltar, W. von Tarifa. 35° 59′ N. Br., 5° 27′ W. L.

	Temp.	Chlorgehalt.	sp. G.
Oberfläche	18,89° [1]	20,324	1,0271
250 Faden Tiefe	13,06°	21,775	1,0293
517 Faden [2] „	13,06°	21,465	1,0281.

Damit stimmen die Beobachtungen weiter westlich in 460 Faden Tiefe und weiter nördlich in 181 Faden Tiefe überein.

II. Etwas weiter östlich in 36° 0′ N. Br. und 4° 40′ W. L. fand sich

Oberfläche	23,61°	20,290	1,0270
586 Faden Tiefe	12,78°	21,419	1,0292.

III. Zwischen Stromboli und Sicilien. 38° 38′ N Br. und 15° 21′ Ö.L.

Oberfläche	22,5°	21,32	1,0281
392 Faden Tiefe	12,94°	21,36	1,0289
730 Faden Tiefe	12,94°	21,22	1,0280

VI. NW. von Malta. 36° 21′ N. Br. und 15° 46′ Ö.L.

Oberfläche	23,33°	20,77	1,0281
1743 Faden Tiefe	13,33°	21,08	1,0283

V. 100 Miles östlich von Malta.[3]) 1871. 3. October.

Oberfläche	—	—	1,0288
2000 Faden Tiefe	—	—	1,0291

VI. Golf von Solloom an der libyschen Küste.[3]) 11. October 1871.

Oberfläche	26,1°	—	1,0293
1650 Faden Tiefe	13,7°	—	1,0294

VII. Nähe der libyschen Küste.[3]) 12. October 1871.

Oberfläche	—	—	1,0294
365 Faden Tiefe	—	—	1,0302

A. Erman[4]) fand das specifische Gewicht des Oberflächenwassers bei 17,5° gegen Wasser von derselben Temperatur

31. Juli 1853 zwischen Port Vendre und Barcelona
= 1,02898 = berechnetem Salzgehalt 37,931.

2. August 1853 zwischen Barcelona und Valencia
= 1,02911 = berechnetem Salzgehalt 38,102.

6. August 1853 bei Cartagena
= 1,02924 = berechnetem Salzgehalt 38,271.

[1]) Mitteltemperatur des Tages. — [2]) Tiefste Stelle der Strasse von Gibraltar. — [3]) Carpenter. l. c. 20. 582. 1872. — [4]) Pogg. Ann. 101. 587. 1857.

24. August 1853 an der Küste bei Malaga
$= 1,_{02881} =$ berechnetem Salzgehalt $37,_{715}$.

28. August 1853 zwischen Gibraltar und Cadix
$= 1,_{02769} =$ berechnetem Salzgehalt $36,_{265}$.

Alle diese Angaben stehen den unten erwähnten Zahlen Forchhammer's nahe genug. In der Tiefe nimmt also im Mittelmeer Salzgehalt und specifisches Gewicht zu und, wie beide beweisen, ist das in der Tiefe aus der Strasse von Gibraltar in das Atlantische Meer ausströmende Wasser Mittelmeerwasser, welches den tieferen Schichten des Mittelmeeres entstammt.

An einen Absatz von Steinsalz im Mittelmeer ist nach dem höchstens 4 pCt. betragenden Salzgehalt des Wassers nicht zu denken: erst nach Aufhebung des Zusammenhanges mit dem Atlantischen Ocean und unter Beibehaltung des heutigen Maasses der Verdunstung könnte ein Salzabsatz eintreten. Damit stimmen auch die Grundproben überein.

Analysen des Wassers des Mittelländischen, Adriatischen Meeres, Bosporus, Schwarzen und Asowschen Meeres.

1000 Theile Wasser enthalten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	III
Chlornatrium . .	28,761	29,046	29,590	30,595	29,967	30,292	30,160	30,017	29,996	30,759	30,610
Chlorkalium . . .	0,657	0,546	0,751	0,532	0,677	0,779	0,274	0,659	0,461	0,621	0,560
Chlormagnesium .	3,249	3,203	3,762	3,036	3,661	3,240	2,943	3,757	3,729	3,743	3,198
Schwefels. Kalk .	1,482	1,491	1,559	1,544	1,529	1,605	1,541	1,667	1,452	1,645	1,615
Schwefels. Magnesia	2,169	2,635	2,313	2,527	2,361	2,638	2,279	2,323	2,326	2,391	2,775
Kieselsäure, phosphors. Kalk und Rückstand . . .	0,073	0,093	0,083	0,087	0,075	0,080	0,080	0,118	0,029	0,098	0,138
Summa . .	36,391	37,014	38,058	38,321	38,290	38,634	37,277	38,541	38,018	39,257	38,896
Coefficient . .	1,805	1,829	1,805	1,819	1,805	1,828	1,814	1,809	1,795	1,808	1,837

1.—10. und III. aus Oversigt K. danske Videnskabernes Selskabs Forhandl. i Aaret 1860. Kjöbenhavn. p. 382—385 nach Forchhammer.

1. Strasse von Gibraltar. 28. September 1860.
2. Etwas innerhalb derselben. 28. September 1860. 36° 9′ N. Br., 4° 2′ W. L.
3. Zwischen den Balearen und der spanischen Küste. 40° 28′ N. Br., 1° 48′ Ö.L. 8. October 1860.
4. Ebenda. 41° 12′ N. Br., 2° 23′ Ö.L. 10. October 1860.
5. Zwischen Barcelona und Corsika. 42° 25′ N. Br., 6° 0′ Ö.L. 12. October 1860.
6. Zwischen Sardinien und Neapel. 40° 25′ N. Br., 11° 43′ Ö. L. 20. October 1860.
7. Malta. 1837.

8. Etwas ö. von Malta. 36° 10′ N. Br., 16° 10′ Ö. L. 13. November 1860.
9. Zwischen Malta und Griechenland. 37° 20′ N. Br., 16° 32° Ö. L. 23. October 1860.
10. Zwischen Candia und der afrikanischen Küste. 33° 34′ N. Br., 24° 34′ Ö. L. 28. October 1860.
III. Aus der Tiefe an derselben Stelle und demselben Tage wie No. 3. Tiefe nicht genau angegeben.

1000 Theile Wasser enthalten	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Mittelländisches Meer		Adriatisches Meer		Bosporus	Schwarzes Meer			Asowsches Meer	Siwasch Ostküste der Krym	Siwasch
	Usiglio	Calamai	Vierthaler	Calamai	Pisani	Göbel	Hasshagen	Hasshagen	Göbel	Göbel	Hasshagen
Chlornatrium	29,494	26,191	25,501	22,346	13,858	14,020	13,081	13,019	9,658	142,011	115,70
Chlorkalium	0,505	1,111	0,378	0,833	0,080	0,189	0,179	0,179	0,128	—	—
Chlorcalcium	—	—	3,354	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	3,219	3,026	5,618	2,591	1,794	1,304	0,292	0,292	0,887	19,365	23,81
Brommagnesium	—	—	—	—	—	0,0052	0,0085	0,005	0,004	—	—
Bromnatrium	0,556	—	0,495	—	—	—	—	—	—	—	—
Jodnatrium	—	—	—	—	—	—	0,0037	0,004	—	—	—
Schwefels. Kalk	1,357	0,894	4,462	0,602	0,517	0,105	0,104	0,104	0,288	—	—
Schwefels. Magnesia	2,477	3,090	—	2,750	1,228	1,470	1,481	1,470	0,764	12,105	10,85
Kohlens. Kalk	0,114	—	0,325	—	0,157	0,249	0,165	0,134	0,015	—	—
Kohlens. Magnesia	—	—	—	—	—	0,137	0,111	0,104	0,084	—	—
Kieselsäure	—	—	0,110	—	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	—	—	} 0,237	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd	0,008	—	}	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak	—	—	0,014	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelcalcium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,362	0,90
Organische Substanz	—	—	0,056	—	—	—	—	—	—	Spur	0,71
Summa	37,655	34,312	40,550	29,122	17,584	17,479	15,365	15,311	11,828	173,743	151,97
Spec. Gew.	1,02586 b. 21°	1,0231	1,02645	1,0184	1,01345	1,01365 b. 17,5°	1,01372 b. 17,5°	1,01390 b. 17,5°	1,00970 b. 17,5°	1,13988 b. 17,5°	1,13795 b. 17,5°

11. Usiglio. Bei Cette in 1 m Tiefe und in 3000—5000 m Abstand vom Ufer geschöpft. Ann. ch. phys. (3) 27. 104. 1849.

12. Calamai. Aus dem Hafen von Livorno. Liebig u. Kopp. Jahresber. f. 1847/1848. 1000.

13. Vierthaler. An der Küste von Spalato. Gehalt an Chlor und Schwefelsäure bei dem hohen Wellenschlag des Scirocco grösser als bei dem kurzen Wellenschlag des Borino oder der fast völligen Wellenruhe bei Maëstro. Phosphorsäure Spur.
Wien. Acad. Ber. (2) 56. 479. 1867.

14. Calamai. Aus den Lagunen von Venedig. l. c.

15. Pisani. Bujukdere. Compt. rend. 41. 532. 1855. Brom Spur. Der Abdampfrückstand im Liter wechselt zwischen $16{,}_{27}$ und $17{,}_{39}$ gr. Der Salzgehalt ist bei Nord- und Nordost-Winden am grössten.

16. Göbel. Fast in der Mitte der Südküste der Krym, fern von den Strommündungen bei Feodosia ausserhalb der Quarantaine, im August geschöpft. Coefficient $1{,}_{790}$.
Pogg. Ann. Ergänzungsbd. I. 187. 1842.

17. Hasshagen. Südufer der Krym. Bull. Acad. St. Pétersb. 5. 296. 1863.

18. Hasshagen. Salzsee Alibei und Schagany, Westküste des Schwarzen Meeres S. von Akierman; mit dem Schwarzen Meer durch einen natürlichen Kanal zusammenhängend. ib. 292.

19. Göbel. Mitten aus dem Asowschen Meer zwischen Kertsch und Mariopol im Juli aus dem Grunde des $5{,}_5$ Faden tiefen Meeres geschöpft. l. c.

20. Göbel. Siwasch, vom Asowschen Meer nur durch eine schmale Landzunge getrennt. Das am 8. August 1834 bei Arabat geschöpfte Wasser roch nach Schwefelwasserstoff. Der Siwasch war fast eine Werst zurückgetreten und der schlammige Grund mit kleinen Muscheln bedeckt. l. c. p. 183.

21. Hasshagen. Siwasch. Im Juni 1851 bei der Tschongarischen Brücke geschöpft. l. c. p. 292. Zur organischen Substanz ($0{,}_{71}$ pCt.) ist der Schwefel gerechnet.

Während No. 3, 10 und 11 ziemlich gut übereinstimmen, weicht No. 12 von ihnen bedeutend ab. Nach den Analysen 12 und 14 ist, trotz des Unterschiedes im Salzgehalt, die Vertheilung der Salze (s. unten) im Oberflächenwasser der beiden Häfen kaum verschieden. No. 13 steht unter ganz besonderen Bedingungen, wie schon der hohe Gehalt an Chlorcalcium und das Fehlen des Magnesiasulfates zeigen. In der Nähe sind Schwefelquellen.

	3	10	11	12	13[2]	14	15	16	19
Cl Na	77,75	78,35	78,14	76,38	62,89	76,78	78,81	80,21	81,65
Cl Ka	1,97	1,58	1,34	3,24	0,93	2,86	0,17	1,08	1,08
Cl^2 Ca	—	—	—	—	8,27	—	—	—	—
Cl^2 Mg	9,88	9,54	8,55	8,82	13,86	8,90	10,20	7,46	7,50
Ca O S O^3	4,10	4,19	3,60	2,60	11,00	2,07	2,94	0,60	2,44
Mg O S O^3	6,08	6,09	6,58	9,01	—	9,44	6,99	8,41	6,46
Ca O C O^2	—	—	0,30	—	0,80	—	0,89	1,42	0,13
Br Na	—	—	1,48[1]	—	1,22	—	—	—	—
F̈e	—	—	0,01	—	} 1,03	—	—	—	—
Si O^2 u. s. w.	0,22	0,25	—	—	}	—	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	—	—
							Br^2 Mg	0,03	0,03
							Mg O C O^2	0,78	0,71
								99,99	100,00

Aus dem Schwarzen Meer geht durch Bosporus, Marmorameer und Dardanellen ein starker Oberflächenstrom in's Aegaeische Meer. Er ist die Folge des grossen Zustromes von süssem Wasser durch die grossen Flüsse Donau, Dniepr, Don u. s. w., welchem die Verdunstung im Schwarzen Meer nicht das Gleichgewicht hält. Da der Oberstrom immer einen Theil des Salzgehaltes fortführt, so würde endlich die Aussüssung des Schwarzen Meeres die Folge sein, wenn nicht salzreiches Wasser zuströmte. In der That beobachtet man in den Dardanellen einen starken Unterstrom salzreichen Wassers, der in's Schwarze Meer geht, in 20 Faden Tiefe unter der Oberfläche. Die Verhältnisse entsprechen denen der Ostsee und ihren Verbindungsstrassen.[3]) Das Marmorameer zeigt daher in der Tiefe eine Salzzunahme. Liston[4]) fand das sp. G.

40^0 30′ N.Br., 26^0 12′ Ö.L. Oberfläche	= 1,0215
40^0 30′ N.Br., 26^0 12′ Ö.L. 204 Fuss Tiefe	= 1,0294
41^0 N.Br., 29^0 Ö.L. Oberfläche	= 1,0145
41^0 N.Br., 29^0 Ö.L. 180 Fuss Tiefe	= 1,0157

Das Wasser des Bosporus No. 15 und des mehr als 1000 Faden tiefen Schwarzen Meeres No. 16, deren Abweichungen (z. B. im Gehalt an Gyps und Chlormagnesium) wohl nur örtlichen untergeordneten Verhältnissen angehören, vielleicht mit Ausnahme des Gehaltes an Erdkarbonaten, ist ein mit Süsswasser verdünntes Mittelmeerwasser, wie namentlich ein Vergleich der Analysen No. 11, 15, 16 zeigt. Nur die Erdkarbonate sind im Mittelmeer schwächer und Chlorkalium stärker vertreten. Forchhammer's Analyse des Schwarzen Meeres

[1]) Figuier fand im Liter des Meerwassers bei Cette 1851 0,121 grm. Bromnatrium, also viel weniger als Usiglio. — [2]) Bizio wies spectralanalytisch Lithion im Wasser des adriatischen Meeres nach. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1861. 1110. Rosetti fand das sp. G. des adriatischen Meeres bei 0^0 im Juni = 1,0266987; im November = 1,1281413. Strecker. Jahresb. Chem. f. 1869. 81. — [3]) Carpenter und Jeffreys in Proceed. Royal. Soc. 19. 213. 1871 und 20. 638. 1873 und Wharton. ib. 21. 387. — [4]) Bischof. Chem. Geol. II. 41.

(s. S. 499) gibt viel mehr Kalk als Analyse 16, deren Wasser freilich viel nördlicher geschöpft wurde. Nach der S. 527 angeführten Quelle ist das mittlere specifische Gewicht des Wassers des Schwarzen Meeres 1,0143 (= 18,943 berechnetem Salzgehalt).

Am Westufer des Schwarzen Meeres südlich des Dniestrlimans an der bessarabischen Küste liegen von NO nach SW gereihet, unter sich und mit dem Schwarzen Meer in Communikation die zur Gewinnung von Salz benutzten Salzseen[1]) Burnas mit dem Basyrjan, der Alibei und Schagany. Sie sind vom Meer durch den Peressyp, eine schmale, 2—3 Fuss über dem Meeresniveau sich erhebende Sanddüne getrennt, vor welcher nach dem Meere zu noch eine höhere Sanddüne hinzieht. Wie man sieht, hatte No. 18, Alibei und Schagany. zur Zeit der Analyse genau die Zusammensetzung des Schwarzen Meeres No. 17. Das specifische Gewicht des Burnas fand Hasshagen[1]) zu 1,013980, also kaum schwerer als No. 18. Der Basyrjan war 1850 überschwemmt gewesen und enthielt im August 1851

	Basyrjan				grosser Sassyk			
Chlornatrium	93,82	=	36,1	pCt.	117,65	=	39,9	pCt.
Chlormagnesium	47,75		18,4		38,90	=	13,2	
Chlorcalcium	74,65		28,8		56,34	=	19,0	
Kalksulfat	2,31		0,9		20,30	=	6,9	
Magnesiasulfat	38,59		14,9		57,81	=	19,6	
Organ. Substanz	2,50		0,9		4,10	=	1,4	
	259,62		100,0		295,10		100,0	
	sp. G. 1,219293				sp. G 1,232468			

Getrennt von den oben genannten Salzseen und nicht zur Salzgewinnung benutzt liegen der grosse und kleine Sassyk, ihres sumpfigen Bodens wegen die faulen Seen genannt. Sie sind ganz abgesperrt und deshalb ist das Wasser concentrirter.

Das Wasser des Sassyk war ebenfalls im August 1851 geschöpft. Keiner der Seen hatte zur Zeit der Analysen mehr als 7 Fuss Tiefe.

Von concentrirtem Mittelwasser mit ähnlichem specifischem Gewicht nach Usiglio's Untersuchungen unterscheiden sich diese Lösungen durch die relativen Verhältnisse der Salze, die Gegenwart von reichlichen Mengen Chlorcalcium und den gänzlichen Mangel an Bromverbindungen, welche Hasshagen im Wasser des Schwarzen Meeres angibt.

Das Asowsche Meer hat noch viel geringeren Salzgehalt als das Schwarze Meer, das Verhältniss ist etwa 80 : 100. Das seichte Asowsche Meer, dessen Tiefe[2]) nirgend 44 englische Fuss übersteigt, ist ein mit Süsswasser verdünntes

[1]) G. von Helmersen, die bessarabischen Salzseen. Bull. Cl. phys. mathem. Acad. St. Pétersbourg. 17. 388. 1859. — [2]) Seit 2000 Jahren hat sich das Niveau des Asowschen Meeres nicht merklich verändert, das Seichterwerden ist im Allgemeinen nicht bedeutend und nur für gewisse beschränkte Regionen sehr merklich. Bull. Acad. St. Petersb. 5. p. 77. 81. 1863. — Eine Analyse des Wassers aus dem Don liegt nicht vor. Der östliche Theil des Asowschen Meeres ist so reich an Süsswasserfischen wie kaum ein anderes Wasser. l. c. p. 104.

Schwarzes Meer; denn der Don und andere kleinere Flüsse führen eine Menge Süsswasser ein, und der Ueberfluss, den das Asowsche Meer erhält, fliesst durch die Meerenge von Kertsch in das Schwarze Meer ab. In beiden Meeren macht Chlornatrium etwa 80 pCt. des Salzgehaltes aus, aber Magnesiasulfat ist im Asowschen Meer in viel geringerem, Kalksulfat in grösserem Verhältniss vorhanden; Chloride und Sulfate zusammengerechnet haben in beiden Meeren dasselbe Verhältniss. Aus dem im Asowschen Meer viel geringeren Gehalt an Erdkarbonaten darf man schliessen, dass der Don viel Gyps und wenig Erdkarbonate führt, während der in's Schwarze Meer sich ergiessende Dniepr reich ist an Kalkkarbonat und arm an Gyps.

Im Siwasch oder faulen Meer, das durch eine 75 Faden breite Oeffnung mit dem Asowschen Meer zusammenhängt, steigt in Folge der Verdunstung der Salzgehalt um ein Vielfaches, trotzdem der Salgirfluss sich in den Siwasch ergiesst. Aber in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Stellen wechseln Menge und Verhältniss der Salze, wie No. 20 und 21 zeigen.

	No. 20	No. 21
Chlornatrium	ca. 82 pCt.	ca. 76 pCt.
Chlormagnesium	11	16
Magnesiasulfat	7	7

Indischer Ocean (1—3) und Rothes Meer (4—7).

1000 Theile enthalten	1	2	3	4	5	6	7
Chlornatrium . . .	21,4550	28,8911	27,8287	28,9312	31,0944	33,871	30,30
Chlorkalium	0,5098	0,6592	0,5107	0,4977	0,7369	0,612	2,88
Chlorrubidium . . .	0,0123	0,0212	0,0161	0,0185	0,0192	—	—
Chlormagnesium . .	3,0229	3,3263	3,5312	3,3097	3,8904	3,971	4,04
Kalksulfat	1,1065	1,5382	1,1828	1,4552	1,1791	1,676	1,79
Magnesiasulfat . . .	1,7874	2,1637	2,3775	2,3977	2,7612	2,882	2,74
Kalkkarbonat . . .	0,0135	0,0114	0,0158	0,0229	0,0076	—	—
Eisenkarbonat . . .	0,0065	0,0029	0,0034	0,0039	0,0088	—	—
Kalkphosphat . . .	0,0046	0,0031	0,0023	0,0045	0,0025	—	—
Brommagnesium . .	0,0425	0,0558	0,0550	0,0557	0,0607	—	0,0675
Kieselsäure	0,0030	0,0018	0,0021	0,0052	0,0082	0,136 a	Spur
Summa . .	27,9570	36,6747	35,5256	36,7022	39,7590	43,148	41,8075
Spec. Gew. . .	1,021059 25,9 °C.	1,027600 26,3 °C.	1,026753 26 °C.	1,027778 23,5 °C.	1,030208 25,7 °C.	—	1,0306

1—5 C. Schmidt. Bull. Acad. St. Pétersb. 24. 232. 1877.

1. Malaccastrasse 1,7° N. Br., 102,9° Ö.L. Greenw. 10. October 1875.
2. Zwischen Point de Galle und Aden, 8,5° N. Br., 68,8° Ö.L. Greenw. 19. October 1875.

3. Bei Socotora, 12° N. Br., 52,2° Ö.L. Greenw. 22. October 1875.
4. Strasse Bab-el-Mandeb, 12,8 N.Br., 43,3° Ö.L. Greenw. 26. Oct. 1875.
5. Mitte des Rothen Meers, 22,1° N. Br., 37,7° Ö.L. Greenw. 28. Oct. 1875.
6. Forchhammer l. c., Mittel aus 2 Beobachtungen 43,067 p. m. Salzgehalt.
   a) Rückstand: Kieselsäure, Eisenoxyd, Manganoxyd u. s. w.
7. Robinet und Lefort. Geschöpft bei Suez vor dem Durchstich des Isthmus. Compt. rend. 62. 436. 1866.

Die Salzmenge auf 100 berechnet ergibt:

	1	2	3	4	5	6	7
Cl Na	76,74	78,78	78,33	78,83	78,21	78,50	72,47
Cl Ka	1,80	1,80	1,44	1,36	1,85	1,42	6,89
Cl Rb	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	—	—
Cl^2 Mg	10,81	9,07	9,94	9,02	9,79	9,20	9,66
Ca O S O^3	3,96	4,19	3,33	3,96	2,97	3,88	4,28
Mg O S O^3	6,39	5,90	6,69	6,53	6,94	6,68	6,56
Ca O C O^2	0,05	0,03	0,04	0,06	0,02	0,32 (Ca O C O^2, Fe O C O^2, Ca O P^2 O^5, Si O^2 zusammen)	—
Fe O C O^2	0,05 (Fe O C O^2, Ca O P^2 O^5, Si O^2 zusammen)	0,02 (zusammen)	0,02 (zusammen)	0,04 (zusammen)	0,02 (zusammen)		—
Ca O P^2 O^5							—
Si O^2							—
Br^2 Mg	0,16	0,15	0,16	0,15	0,15	—	0,14
	100	100	100	100	100	100	100.

Abgesehen von 1, wo der Salzgehalt lokale Verdünnung zeigt, und von 7 mit dem ungewöhnlich hohen Gehalt an Chlorkalium stimmt die Vertheilung der Salze ziemlich gut mit dem oceanischen Mittel (s. S. 493) überein. Nach Angaben[1]) in den vom Board of trade herausgegebenen Meteorogical papers No. 12 beträgt das mittlere specifische Gewicht für Wasser des Rothen Meeres 1,0286, nördlich von 20° N. Br. 1,0297, südlich davon 1,0272. Nach Schlagintweit schwankt zwischen Suez und Aden das specifische Gewicht zwischen 1,0300 und 1,0311 und erhebt sich örtlich im Golf von Suez zu 1,0392.

Für den indischen Ocean vom Aequator bis 50° S. Br. giebt die obige Quelle ein specifisches Gewicht von 1,02630.

Südsee.

1. Südsee. Aus 25° 11′ S. Br., 93° 24′ W. L.; am 27. März 1850 aus 10—12 Fuss Tiefe. v. Bibra.[2]) Ann. Ch. Pharm. 77. 98. 1851.

I. Südsee, von derselben Stelle wie 1; aus etwa 420 Fuss Tiefe am 27. März 1850. ib.

2. Südsee, 22° 6′ S. Br., 70° 16′ W. L.; am 21. Februar 1850 aus 12 Fuss Tiefe. Algodonbay, Hafen von Tocopilla. ib.

[1]) Petermann. Geograph. Mitth. 1866. 200. — [2]) In I, 1 und 2 ist Kalisulfat zu Magnesiasulfat umgerechnet und dafür Chlorkalium eingesetzt.

3. Südchinesisches Meer zwischen Singapore und Saigon. 7,4° N. Br., 106° 4′ Ö.L. von Greenwich. 7. October 1875.

C. Schmidt. Bull. Acad. St. Pétersbourg. 24. 232. 1877.

„Der verdünnende Einfluss des Me-nam- und Me-khong-Flusses macht sich geltend.“

1000 Theile enthalten	1	I	2	3
Chlornatrium	25,887	25,885	28,391	24,9747
Chlorkalium	1,163	1,314	1,370	0,5886
Chlormagnesium	3,604	4,110	2,978	3,1566
Chlorrubidium	—	—	—	0,0194
Bromnatrium	0,401	0,307	0,441	0,0499 [1]
Schwefels. Kalk	1,622	1,692	1,449	1,2709
Schwefels. Magnesia	2,041	2,096	2,144	1,9881
Kohlens. Kalk	—	—	—	0,0122
Kohlens. Eisenoxydul	—	—	—	0,0049
Kieselsäure	—	—	—	0,0082
Kalkphosphat	—	—	—	0,0056
Summa . .	34,718	35,233	36,773	32,0731
Spec. Gew. . .	1,0260 b. 19,4 ° R.	1,0264 b. 16,5 ° R.	1,0278 b. 13,9 ° R.	1,02481 b. 25 ° C.

Berechnet man die Salzmenge auf 100, so erhält man für

	1	I	2	3.
Chlornatrium	74,56	73,47	77,21	77,87
Chlorkalium	3,35	3,45	3,73	1,84
Chlormagnesium	10,38	11,66	8,10	9,84
Chlorrubidium	—	—	—	0,060
Bromnatrium	1,16	0,87	1,20	—
Brommagnesium	—	—	—	0,150
Kalksulfat	4,67	4,60	3,93	3,96
Magnesiasulfat	5,88	5,95	5,83	6,20
Kalkkarbonat	—	—	—	0,038
Eisenkarbonat	—	—	—	0,015
Kieselsäure	—	—	—	0,010
Kalkphosphat	—	—	—	0,017
	100	100	100	100

Nach King[2]) beträgt im Stillen Meer das specifische Gewicht zwischen 10° bis 40° S. Br. 1,02648, zwischen 40° bis 60° S. Br. 1,02613; nach den Meteor. papers (s. S. 530) im südlichen grossen Ocean bis 50° S. Br. im Mittel 1,02658, im nördlichen grossen Ocean bis 50° N. Br. 1,02548. Berechnet man aus diesen Zahlen nach Erman's Formel den Salzgehalt, so erhält man 34,699; 34,296; 34,829 und 33,406.[3])

[1]) Brommagnesium; die Menge entspricht 0,0547 Bromnatrium. — [2]) Phil. Mag. (4) 13. 524. 1857. — [3]) Salzgehalt in 1 Th. Meerwasser = 0,036019 + 1,29867 (sp. G. — 1,0275); sp. G. bei 17,5 ° und gegen Wasser von derselben Temperatur als Einheit. Pogg. Ann. 101. 577. 1857.

Kapitel XI.

Die Absätze.

Ihrer Entstehungsweise nach rühren die Absätze her entweder aus Lösung, chemische Absätze, oder aus Niederschlag des Schwebenden, im Wasser Suspendirten, mechanische Absätze, zu denen auch diejenigen gehören, bei welchen gröbere Gesteinstrümmer oder Reste von Organismen durch Wasser irgendwo deponirt wurden. Manche Absätze entstehen in beiden Weisen zugleich, wobei bald das chemische bald das mechanische Moment überwiegt. Ausserdem werden durch die Thätigkeit der Organismen in Süss- und Salzwasser Absätze gebildet, die man als phytochemische bezeichnen kann.

Absätze aus Lösung.

Da zahlreiche Mineralien in Wasser und in dem überall vorhandenen kohlensäurehaltigen Wasser löslich sind oder doch gewisse Bestandtheile an dieses in Lösung abgeben (s. S. 45), so können solche Lösungen, sei es durch Abkühlung oder durch Verringerung, Entfernung des Lösungsmittels, durch chemische Veränderung (wie Oxydation oder Reduktion des Lösungsmittels oder des Gelösten) oder durch beide Processe zugleich, ferner durch Zusammentreffen mit anderen Lösungen oder mit festen Körpern (d. h. durch Fällung, durch Reduktion, durch Elektrolyse) chemische Absätze liefern. Für eine grosse Reihe von Lösungen, wie für die in Wasser, kohlensaurem Wasser, in Chlornatriumlösung, in Lösungen der Sulfuride der Alkalien und alkalischen Erden, liegen Versuche vor, so dass die Entstehung der Absätze aus diesen Lösungen (man kann sie Lösungen erster Ordnung nennen) erklärlich ist. Für die Einwirkung dieser Lösungen auf die in kohlensaurem Wasser u. s. w. nicht löslichen Mineralien fehlt es fast ganz an Versuchen. Die Absätze aus derartigen Lösungen zweiter Ordnung harren zum grössten Theil noch der Erklärung. Für zahlreiche, hier nicht sämmtlich erwähnte Mineralien, welche nach ihrem Vorkommen aus Lösung abgesetzt sein müssen, und für viele Pseudomorphosen fehlt die Kenntniss der chemischen Vorgänge, durch welche jene Mineralien entstanden, ganz oder fast ganz. Auf die Beschaffenheit der Lösungen aus dem abgesetzten Mineral schliessen zu wollen ist unthunlich, da die möglichen Combinationen des in Lösung Befindlichen unendlich gross sind gegenüber der beschränkten Zahl der auf diese Weise entstandenen Mineralien. Noch ein Mal ist hier an den schon (s. S. 160) angeführten Satz zu erinnern, dass das aus irgend einer Lösung Abgesetzte nicht in derselben Lösung löslich zu sein braucht. Während

das aus Lösung in kohlensaurem Wasser abgesetzte Kalkkarbonat sich wieder in kohlensaurem Wasser löst, ist Eisensulfuret, welches aus Eisensulfatlösung durch organische Substanz reduzirt wurde, in einer ähnlichen Lösung nicht löslich.

Durch die Lösungsmittel werden Mineralien von Ort zu Ort transportirt, und der Absatz braucht nicht in der Nähe der Stelle stattzufinden, wo das Mineral gelöst wurde. Enthielt die Lösung mehr als eine Substanz, so kann der Absatz aus einem oder mehreren Mineralien bestehen, welche als Gemenge, unter Umständen als Einschlüsse von Krystallen in Krystallen, auftreten können. Obwohl ein grosser Theil der chemischen Niederschläge krystallinisch ist, so finden sich darunter auch amorphe (s. S. 2). Jedes Mineral, das aus Lösung abgesetzt werden kann, kann auch als Versteinerungsmittel auftreten. Der Vorgang hat, wie schon Bischof hervorhebt, die grösste Analogie mit der Bildung der Pseudomorphosen. Wie weit der Druck, der auf die Löslichkeit so grossen Einfluss übt (s. S. 60), die Art der Absätze modificirt, ist kaum untersucht. Dasselbe Mineral kann auf verschiedenen Wegen gebildet werden. Die Möglichkeit der Bildung auf nassem Wege ist nicht ausgeschlossen, wenn es hier nicht aufgeführt ist, während ein Theil der hier genannten Mineralien auch auf plutonischem Wege entstehen kann.

Ueber Absätze von Schwefel aus gelöstem und oxydirtem Schwefelwasserstoff, also durch Oxydation des Gelösten s. S. 447.

Absätze von Karbonaten.

Der grossen Verbreitung und der relativ bedeutenden Löslichkeit der wasserfreien Karbonate (s. S. 48—54) entspricht die Häufigkeit der daraus bestehenden Absätze. Aber auch die Lösungen, welche durch Einwirkung kohlensaurer Wässer und Lösungen von Karbonaten auf Silikate entstehen, liefern Absätze von Karbonaten, die auch aus Umsetzung der Lösungen von Sulfaten, Chloriden u. s. w. mit Karbonaten hervorgehen können, wie schon die früher angeführten Pseudomorphosen in Karbonate beweisen. Da die Lösungen meist mehr als ein Karbonat enthalten, so enthält der Absatz oft mehr als ein Karbonat (oder die aus Karbonaten hervorgehenden Eisen- und Manganoxyde) und zwar bald in chemischer Verbindung, bald als Gemenge. Die Reihenfolge und die Weise, in denen diese Absätze an der Erdoberfläche vor sich gehen, zeigen namentlich die Absätze aus warmen und kalten Quellen. Verminderung und Entfernung der lösenden Kohlensäure, welche durch die Atmosphäre oder durch Organismen bewirkt werden kann, bedingt vorzugsweise den Absatz der Karbonate, wobei durch die Neigung des gelösten Eisen- und Manganoxydul-Karbonates, sich höher zu oxydiren (s. S. 81), verschiedene Modifikationen eintreten. Die rhombischen Karbonate (s. S. 31) entstehen immer auf nassem Wege als sekundäre Mineralien, ebenso die wasserhaltigen Karbonate (Thermonatrit, Trona, Gaylussit, Hydromagnesit, Zinkblüthe, Kupferlasur, Malachit, Wismuthspath u. s. w.). Hauptsächlich von den geognostisch wichtigsten Karbonaten des Kalkes, der Magnesia und des Eisenoxyduls wird im Folgenden die Rede sein.

Absätze von Kalkkarbonat.

Bei der grossen Verbreitung und der relativ bedeutenden Löslichkeit sind Absätze von mehr oder minder reinem[1]) Kalkkarbonat häufig, welche sich selbst bei geringem Kalkgehalt der Lösung bilden. Kalkhaltige Silikate liefern bei Einwirkung von kohlensaurem Wasser dieselbe Lösung und denselben Absatz. Die Entstehung von Kalkkarbonat aus Gyps und organischer Substanz ist Seite 88 angeführt. Natronkarbonat und Gyps setzen sich in Kalkkarbonat und Natronsulfat um (s. S. 193). Pseudomorphosen in Kalkspath sind nicht zahlreich. Der Absatz aus den Lösungen besteht aus krystallinischem, wasserfreiem, neutralem, bisweilen körnigem Karbonat,[2]) meist als Kalkspath, sparsam als Aragonit gebildet, je nach Verschiedenheit der Temperatur und der Concentration der Lösung;[3]) nicht selten kommen Kalkspath und Aragonit neben einander vor. Von beiden finden sich auch faserige, stalaktitische, oolithische und pisolithische Formen. Gümbel[4]) unterscheidet bei diesen zwei Arten: Extoolithe und Entoolithe. Bei den ersteren legt sich um einen Kern, etwa ein Gesteinsbröckchen oder um ein Fragment eines organischen Körpers[5]) schalenförmig Rinde um Rinde an; die Bildung, welche vorherrschend kugelrunde Körper liefert, geht von innen nach aussen. Bei den Entoolithen, welche sich meist durch walzen-, bohnen- oder tonnenförmige Gestalt auszeichnen, liefert eine blasenartige Hülle, ein Luftbläschen entweder hohle Oolithkörnchen oder durch Infiltration wird der innere Hohlraum, ganz oder theilweise, ausgefüllt. Nicht selten sind beide Weisen verbunden und es legen sich um den innen hohlen Oolith concentrische Schalen an. Durch späteren Absatz werden die einzelnen Oolithe verkittet. Dasselbe gilt für Dolomit- und Eisen-Oolithe. Sowohl aus heisser als aus kalter Lösung, sowohl aus süssem als aus Meerwasser, entstehen diese Bildungen (s. bei Absätzen der Thermen). Träufelt etwa in einem Stollen oder einer Höhle Kalkkarbonatlösung auf Gesteinsbrocken, so werden diese so lange bewegt, als es die Grösse der einzelnen, nun mit Kalkkarbonat umhüllten Brocken erlaubt, bis sie endlich durch Kalkkarbonat zu einem Ganzen verkittet werden. Solche „Sinternester“ sind in Riechelsdorf, Schweina, Eckartshausen,[6]) Freiberg[7]) beobachtet und zum Theil, ihrer Bildungsstätte entstprechend, durch Kobaltblüthe, Nickelblüthe oder Malachit gefärbt.

Späthige[8]) und faserige Kalksinter (Kalk oder Aragonit oder beide neben

[1]) Kalkspath in Fontainebleau mit 57—83 pCt. Sand gemengt. Aehnlich an anderen Orten. — [2]) Sehr selten ist, bedingt durch besondere Umstände, namentlich niedere Temperatur, Absatz von Hydroconit = $CaOCO^2 + 5\,aq$ beobachtet: so in einem Bach von Christiania (Scheerer), in einem Brunnenrohr (Fürst Salm-Horstmar), an Charen. Die auch künstlich dargestellte Verbindung verliert bei 19° das Wasser und wird undurchsichtig. — [3]) Vielleicht haben noch andere Umstände Einfluss. Nach Pisani (Des Cloizeaux Minér. II. 92) enthalten nicht alle Aragonite Strontian. — [4]) Jahrb. Miner. 1873. 303. — [5]) Im Salzsee von Texcuco bei der Stadt Mexico sah Virlet d'Aoust durch Niederschläge um Insekteneier oolithische Kalke entstehen. Bull. géol. (2) 15. 201. 1858. vergl. A. Knop. Jahrb. Miner. 1874. 288. — [6]) Senft. die Wanderungen und Wandlungen des kohlensauren Kalkes. Zs. geol. Ges. 13. 302. 1861. — [7]) Breithaupt. Jahrb. Miner. 1855. 71. — [8]) Wasserklare, glatte, glänzende, an Eisstalaktiten erinnernde Kalkzapfen beschreibt v. Zepharovich aus der Eisenerzgrube von Niemtschitz, Mähren. Jahrb. Miner. 1873. 424.

einander[1]) sind als Tropfsteine (Stalaktiten Deckensinter, Stalagmiten Bodensinter) in den Höhlen und Spalten der Kalkgebirge, in Stollen, Schächten und Strecken der Bergwerke häufig.[2]) In den Tropfsteinhöhlen, unter Brückenbogen und Eisenbahndurchlässen kann man die Bildung der bald hohlen, bald ganz erfüllten Stalaktiten verfolgen. An den Unebenheiten der Decke bleibt ein Tropfen hängen, verdunstet, allmählich bildet sich ein Ring, durch deren Anhäufung ein hohler Tropfstein entsteht. Das an der Aussenseite herabrinnende Wasser bildet durch Verdunstung neue Schalen, in denen das herablaufende Wasser oft Reifen oder seichte Rinnen hinterlässt, es dringt aber zugleich in die Röhren ein, erfüllt sie allmählich, zuerst mit einzelnen krystallinischen Partien und endlich vollständig.[3]) Enthielt das Wasser Magnesiakarbonat oder das Gestein neben Kalk noch andere Karbonate, so finden sich diese in den Kalksintern, Kalktuffen (dichten bis erdigen, porösen, blasigen Kalkabsätzen) und Stalaktiten wieder, aber meist nur in geringer Menge. Reinsch fand in Stalaktiten der Witzenhöhle bei Muggendorf $94{,}49$ pCt. Kalkkarbonat; $5{,}22$ pCt. Magnesiakarbonat; $0{,}25$ pCt. organische Substanz und Wasser, nebst Spuren von Kiesel- und Phosphorsäure.[4]) Nach von Kobell enthalten die Aragonittropfsteine von Antiparos geringe Mengen von Baryt- und Strontiankarbonat.[5]) Eine nur $0{,}0275$ pCt. Kalkkarbonat (neben $0{,}003$ pCt. Sulfaten und Chloriden von Natron, Kalk und Magnesia) enthaltende, zwischen Hövel und Herborn nördlich von Hamm aus oberen Senonmergeln hervortretende Quelle liefert nach von der Marck Kalktuff.[6]) Eine aus Jura stammende Quelle bei Etufs, Haute-Marne, mit nur $0{,}0166$ pCt. Kalkkarbonat setzt nach H. Maugon nur da bis 30 Meter mächtige Kalktuffe ab, wo sie zwei Fälle bildet, während sie in ihrem oberen horizontalen Lauf frei von Absätzen bleibt.[7]) Der durch den Fall bewirkte Verlust der Kohlensäure bedingt den Absatz. Im Kanalstein, dem in römischen (von der Eifel theils nach Cöln, theils nach Trier führenden) Wasserleitungen abgesetzten Kalksinter, fand Bischof $99{,}35$ pCt. Kalkkarbonat; $1{,}20$ pCt. Magnesiakarbonat und $0{,}13$ pCt. Eisenoxyd.[8]) Der Absatz, den das von Arcueil nach Paris geleitete Wasser bildet, enthält nach Boutron-Charlard und Henry 90 pCt. Kalkkarbonat; $6{,}2$ pCt. Magnesiakarbonat; $2{,}2$ pCt. Kalksulfat und $1{,}8$ pCt. Kieselsäure, Thonerde und organische Substanz.[9]) Aehnliche Bildungen zeigen die antiken Aquadukte und Piscinen um Rom.

Senft beschreibt einen eigenthümlichen Kalkschlammsinter von Langensalza. Unter einer wohl 22 Fuss mächtigen Bank von erdigkörnigem Kalktuff lagert in etwa 45 Fuss Tiefe eine Schicht feinkörnigen losen Kalksandes. Im Tuff ziehen Klüfte hin, in welche das Pulver der oben im Bruch

[1]) Vergl. G. Rose. Abhandl. Berl. Akad. d. Wissensch. 1856. 44 und ff. — [2]) Nach Haidinger und Fournet sind manche Stalaktiten anfänglich zum Theil weich und plastisch, weil sich der Kalk zuerst als schleimige, bergmehlartige Substanz absetzt. — [3]) In derselben Weise entstehen Stalaktiten aus anderen Lösungen wie z. B. von Steinsalz, Gyps u. s. w. — [4]) Jahrb. Miner. 1859. 418. — [5]) ib. 1835. 256. — [6]) Verh. naturhist. Ver. Rhl. Westf. 15. 24. 1858. — [7]) Compt. rend. 68. 174. 1869. — [8]) Chem. Geol. I. 546. Vielleicht war etwas Kalk oder Magnesia als Silikat vorhanden. — [9]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 1848. 1012.

zersägten Kalktuffblöcke durch den Regen hineingeschlämmt wird. Der tropfende Kalkbrei bildet 4—5 Linien starke, bis 4 Fuss lange und breite, halb in den Kalksand eingesenkte Platten, welche aus zollgrossen, flach linsenförmigen, seitlich zu einem Ganzen verbundenen Körpern bestehen und „an versteinerte" Pfeffernussscheiben erinnern.[1]) Seiner Bildungsweise nach gehört dieser Kalkschlammsinter genau genommen zu den mechanischen Absätzen.

Wo vorzugsweise Pflanzen die Kohlensäure aus den kalkhaltigen Lösungen,[2]) aus den kalten Quellen u. s. w. fortnehmen, entsteht blasiger poröser Kalktuff. Die verschiedenen Pflanzenformen bedingen verschiedene Strukturen: Halme und Stengel liefern röhrenförmige und stengelige Incrustate, Moose ein wenig festes, löcheriges Produkt, das oft die Formen der Moose bewahrt. Ausgezeichnet ist durch solche Kalkabsätze Italien, wo der kalkreiche Apennin diese Bildungen begünstigt. In der römischen Campagna, um Tivoli, bei Orvieto. Ascoli u. s. w. sind schalig faserige und dichte, poröse, vielfach als Baustein verwendete Kalkabsätze häufig; die dortige Bezeichnung dieser Kalkabsätze. Travertin, wird oft für die Süsswasserkalkabsätze überhaupt angewendet. Cohen nimmt für ihre Bildung die Vegetation als primäre Ursache an, während der weitere Verlauf — die Erfüllung der anfänglich porösen Masse mit krystallinischem Kalk und der Uebergang in dichten Travertin — von der Vegetation unabhängig ist.[3]) Auch hier reicht ein geringer Kalkgehalt zur Bildung von Absätzen aus. R. Ludwig[4]) sah eine nur 0,034 pCt. Kalkkarbonat enthaltende, 4 bis 5 Kubikfuss Wasser in der Minute liefernde, aus Muschelkalk kommende Quelle bei Ahlersbach unweit Schlüchtern Kalktuff absetzen; freilich nur da, wo sie über einen mit Hypnum tamariscinum überwachsenen Abhang herabfliesst, während in dem unten fliessenden Bach wohl das Wassermoos mit einer Kalkrinde überzogen ist, aber Kalktuff sich nicht mehr bildet. Nicht Verdunstung, sondern vorzugsweise Entziehung der Kohlensäure durch die Moose, bei deren unbegrenztem Spitzenwachsthum sich die Sprosse fortdauernd verlängert, wenn auch die unteren Glieder längst abgestorben sind, ist der Anlass zur Bildung des Kalktuffes. In der Nähe finden sich ältere bedeutende Ablagerungen davon. Aehnliches beobachtete von Schauroth[5]) in Weissenborn bei Schalkau, wo die Moosdecke ebenfalls die Kalktuffbildung bedingt.

Auch eisen- und manganreiche Kalktuffe kommen vor. Nach von dem Borne[6]) liegt bei Reinfeld, Belgarder Kreis, Pommern, eine 15 Fuss hohe Terrasse von mürbem porösem Kalktuff, der bis unter den Spiegel der Rega hinabsetzt und dort wegen seiner grösseren Festigkeit vorzugsweise gebrochen wird. Die gelblichweisse Farbe der reineren Partien geht durch Aufnahme von Eisenoxydhydrat oft in's Rothbraune über. In der oberen, festen, 4—5 Fuss mächtigen Lage ist ein bedeutender Mangangehalt verbreitet, der theils den Kalkstein schwarzbraun färbt, theils als Wad die Poren erfüllt. Birner fand darin: 78,875 pCt. Kalkkarbonat; 0,514 pCt. Magnesiakarbonat; 18,471 pCt. Mangan-

[1]) Zs. geol. Ges. 13. 311. 1861. — [2]) Charen, Moose, Conferven finden sich in Teichen, Sümpfen u. s. w. oft mit Kalk umhüllt. — [3]) Jahrb. Miner. 1864. 596. — [4]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 864. — [5]) Zs. geol. Ges. 3. 136. 1851. — [6]) Zs. geol. Ges. 9. 481. 1857.

oxyd; 21,50 pCt. Wasser, Spuren von Kieselsäure und Eisenoxyd.[1]) Bei Polzin ist der Kalktuff durch reichliches Eisenoxydhydrat gelb- und rothbraun gefärbt und enthält durch Mangan gefärbte, 2—4 Zoll mächtige Lagen.[2])

Kalktuffe und Kalksinter kommen in allen Ländern vor. Die Gegend zwischen Harz und Thüringer Wald (das Eichsfeld, Mühlhausen, Gotha, Tonna), Königslutter bei Braunschweig, das Triebischthal bei Meissen, Vlotho an der Weser, Deggenhausen, Schwaningen, Neckarelz, Cannstadt mögen als deutsche Fundorte genügen. Die Absätze bilden sich in dem Maasse fort, dass nach Fr. Hoffmann „man an vielen Orten genöthigt ist, nach wenigen Jahren die Mühlengerinne, in welche solche Quellen geleitet werden, auszuhauen, wie bei Göttingen."[3]) Nicht selten begegnet man älteren Kalktuffen, die aus nicht mehr fliessenden Quellen herrühren.

Ueber Dornstein der Salinen aus Kalkkarbonat bestehend siehe bei Gyps.

Flusswässer, in denen Kalkkarbonat nie fehlt, können Kalksinter liefern. Nach Bischof setzt sich unter den Wehren des Neckars bei Heilbronn viel Kalksinter ab, das Wasser enthält in 10000 Theilen 4,557 Theile Kalkkarbonat. Er fand an den Ufern des Rheins bei Bonn Steinbrocken und Sand durch Kalksinter verkittet, welcher aus 97,92 pCt. Kalkkarbonat; 1,57 pCt. Magnesiakarbonat und 0,51 pCt. Eisenoxyd bestand.[4]) Als Bindemittel von Conglomeraten erscheint Kalkkarbonat häufig.

Die Kalkabsätze, welche sich in Kalksteinen und in Gebirgsarten finden, welche kalkhaltige Silikate enthalten, führen meist kleine Mengen der isomorphen Karbonate von Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, bisweilen Zink. Selten sind sie so rein wie der in Doleritbasaltmandelstein bei Helgastad am Eskifjord, Island, vorkommende Doppelspath,[5]) der nur 0,15 pCt. Eisen- und Manganoxyd enthält. Grünlichweisser Kalkspath aus Basalt des Höllengrundes bei Minden besteht nach Ahrend aus 95,86 pCt. Kalkkarbonat; 0,37 pCt. Magnesia-; 3,53 pCt. Eisenoxydul- und 0,82 pCt. Manganoxydul-Karbonat.[6]) Die in Basalten vorkommenden Aragonite enthalten häufig etwas Strontiankarbonat, nach Stromayer am Kaiserstuhl 2,46 pCt., nach Stieren am Papenberg bei Hofgeismar 2,22 pCt. u. s. w.

Enthält der der Einwirkung von kohlensaurem Wasser ausgesetzte Kalkstein Bleikarbonat eingemengt, so können sich Rhomboeder von Plumbocalcit absetzen. Schöffel[7]) fand in der Unterlage der Plumbocalcite von Bleiberg, Kärnten, a 1—3, im Plumbocalcit b, in c, dem seidenglänzenden Ueberzug der Rhomboeder b:

[1]) J. pr. Chem. 46. 91. 1849. — [2]) von dem Borne. l. c. — [3]) Physik. Geogr. 1837. I. 481. — [4]) Chem. Geol. III. 20. 21. — [5]) Die Spalten des Doppelspathes sind nach Des Cloizeaux (Minér. II. 114) mit Stilbit ausgekleidet, der bisweilen mehrere Millimeter weit in das Innere dringt. — [6]) Hausmann (Miner. II. 1324) stellt das Mineral zum Braunkalk. Beim Auflösen in Salpetersäure blieben 0,12 pCt. eines krystallinischen, zeolithähnlichen Pulvers zurück. — [7]) Höfer. Jahrb. Miner. 1871. 30.

	a			b	c
	1	2	3		
$CaOCO^2$	87,86	94,18	95,02	75,85	85,84
$PbOCO^2$	9,12	4,83	2,42	23,75	14,13
$ZnOCO^2$	2,76	0,94	2,47	—	—
	99,74	99,95	99,91	99,60	99,97
sp. G.		2,881			2,92.

b = 17 $CaOCO^2$ + 2 $PbOCO^2$; c = 6 $CaOCO^2$ + 1 $PbOCO^2$. Plumbocalcit von Leadhills enthält 2,84 bis 7,74 pCt., von der High Pirn Mine, Wanlock head, Lanarkshire, 7,8 pCt. Bleikarbonat. Aehnlich bildet sich bleihaltiger Aragonit (Tarnowitzit). In dem Bleiglanz führenden Dolomit von Tarnowitz kommt er neben Bleiglanz, Weissbleierz und Brauneisen vor, das aus Binarkies entstand, und enthält nach Böttcher[1]) in schneeweissen Stücken 2,564, in grünlichweissen 3,889 pCt. Bleikarbonat (in letzteren neben 95,640 pCt. Kalkkarbonat noch 0,137 pCt. Wasser), nach Kersten[2]) nur 2,19 pCt. Bleikarbonat. Neben dem Tarnowitzit und zuweilen diesem aufgewachsen kommen Kalkspathkrystalle vor, die also jünger sind als der Tarnowitzit,[3]) selten sitzen auf diesen noch Weissbleierzkrystalle.[4])

Die Frage, in welcher Weise die marinen, meist wohlgeschichteten, oft kleine Mengen von Magnesiakarbonat enthaltenden Kalksteine sich gebildet haben, ist vielfach erörtert, aber keineswegs abgeschlossen. Aus den Versuchen von Usiglio (s. bei Steinsalz) geht hervor, dass Mittelmeerwasser (in 1000 Th. 0,114 $CaOCO^2$) erst dann Kalkkarbonat absetzt, wenn etwa die Hälfte des Wassers verdunstet ist, was nur in abgeschlossenen Meerestheilen oder bei Hebung des Meeresgrundes eintreten kann. Bringen auch die Flüsse (s. S. 462) gelöstes Kalkkarbonat sehr reichlich in's Meer, so wird es sich nur dann niederschlagen, wenn bei geringer Diffusion starke Verdunstung eintritt; eine Erscheinung, die in der Nähe der Küste Kalkabsätze bewirken kann. Die Flüsse bringen ferner fein zerriebenen Kalkstein suspendirt in's Meer, die aus Kalkstein bestehenden Küsten, die Korallenbildungen liefern denselben Kalkschlamm, der sich später im Meer zu Kalkstein umbilden kann. Durch Vermittelung der Organismen wird fortdauernd seit dem Bestehen der marinen Organismen und auch fern von der Küste aus dem Meerwasser Kalkkarbonat abgeschieden, die Trümmer der Kalkschalen werden an der Küste durch Kalkkarbonat, das zum Theil aus ihnen selbst hergenommen ist, verkittet (Riffstein), und später werden die Muschelschalen zum Theil in krystallinischen Kalkspath umgewandelt. Der Tiefseeschlamm besteht an vielen Stellen zum grossen Theil aus leeren mikroskopischen Kalkschalen abgestorbener Organismen (gemengt mit grösseren Schalenbruchstücken), die durch theilweise Lösung und Infiltration von Kalkkarbonat später fast unkenntlich werden. Wenn auch wahrscheinlich ein grosser Theil der marinen Kalksteine aus Kalk entstand, welchen Organismen

[1]) G. Rose. Abhandl. Berl. Akad. 1856. 25. Die Angaben in Pogg. Ann. 45. 500. 1839 sind danach zu verbessern. — [2]) Pogg. Ann. 48. 352. 1839. — [3]) Websky. Zs. geol. Ges. 9. 737. 1857. — [4]) G. Rose. l. c.

aus dem Meerwasser abgeschieden hatten, so wird diese Entstehungsweise nicht die alleinige sein.

Ueber die Bildung der Kreide gehen die Meinungen weit auseinander. Ob sie trotz ihres Gehaltes an mikroskopischen Foraminiferenschalen rein organischen Ursprungs ist, wird von manchen Seiten bezweifelt. Nach G. Rose beträgt das specifische Gewicht der Kreide, die er aus kleinen Kugeln zusammengesetzt fand, 2,720 = dem des Kalkspaths.[1] Kaufmann und Kenngott fanden die Kalkscheiben der Kreide sämmtlich krystallinisch,[2] Vogelsang rechnet sie zu seinen Krystalliten.[3] Organische Substanz fehlt kaum irgendwo, neben dem überwiegenden Kalkkarbonat ist gewöhnlich Magnesiakarbonat, Kieselsäure (in löslicher oder unlöslicher Form), Phosphorsäure, Thonerde, Eisenoxyd vorhanden. Von den zahlreichen Analysen mögen nur folgende angeführt werden, die zum Theil reichliche mechanische Beimengung zeigen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kalkkarbonat	98,623	91,20	94,00	79,60	93,02	96,282	97,686	96,25	98,40
Magnesiakarbonat	—	2,07	2,17	1,73	2,03	—	0,468	0,17	0,08
Kalkphosphat	—	—	—	—	—	0,078	—	0,19 a	—
Kieselsäure	1,163	—	—	—	—	—	1,100	0,17 b	—
Eisenoxyd	0,468	—	—	—	0,84	0,507	{ 0,550	{ 0,74	0,42
Thonerde	Spur	3,00	1,20	2,00	—	—			—
Thon	—	1,80	2,00	15,20	—	3,133	—	—	—
Sand	—	—	—	—	1,51	—	—	2,30 c	1,10 c
Wasser	—	—	—	—	{ 2,60	—	—	—	—
Organ. Substanz	—	—	—	—		—	0,130	—	—
	100,254	98,07	99,37	98,53	100	100	99,934	99,82	100

a. Phosphorsäure; b. lösliche Kieselsäure; c. unlöslich.

1. Hemmoor. Hannover. Mit Feuersteinschichten. Armbrust. Jahrb. Miner. 1860. 221.
2. Rügen, 3. Helgoland, 4. Louisberg, Aachen. Holger. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1850. 813.
5. Geschiebe bei Motzen, S. von Berlin. Remelé. Zs. geol. Ges. 20. 656. 1868.
6. Rheims. Maumené. Compt. rend. 31. 270. 1850.
7. Champagne. Wittstein. Jahrb. Miner. 1850. 709. SO^3, P^2O^5, FeO zu Fe^2O^3 gerechnet.
8. Setques, Pas de Calais. Zone des Micraster Leskei. Savage. Delesse et de Lapparent. Revue de géol. X. 53. 1873.
9. Stoneham, Sussex. Prestwich. Quart. J. geol. Soc. 1871.

[1]) Abhandl. Berl. Akad. 1856. 2. — [2]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1870. 206. — [3]) Arch. néerland. 7. 49. 1872.

Absatz von Magnesiakarbonaten.

Die Lösung von Magnesiakarbonat in kohlensaurem Wasser setzt bei Verdunstung in gewöhnlicher Temperatur oder bis 50° $MgO\,CO^2 + 4\,aq$ ab; je niedriger die Temperatur ist, je mehr bilden sich Krystalle von $Mg\,O\,CO^2 + 5\,aq$. Beide Verbindungen finden sich nicht als Mineralien. Als G. Rose[1]) Magnesiakarbonatlösung bei höherer Temperatur verdunstete, erhielt er wasserfreies Magnesiakarbonat in Aragonitform, wie es als Mineral nicht vorkommt. Durch Einwirkung von Lösungen von Magnesiasulfat und Natronkarbonat bei 160° stellte Sénarmont wasserfreies rhomboedrisches Magnesiakarbonat dar.[2]) Von den übrigen wasserhaltigen Magnesiakarbonaten findet sich als Mineral nur Hydromagnesit $= 4\,Mg\,O + 3\,CO^2 + 4\,aq.$[3]) Der künstliche Hydromagnesit löst sich in 2493 Theilen Wasser, auch in Alkalikarbonat und in anderen Salzlösungen nach Fyfe und Longchamp. Nach Berzelius lässt Wasser aus den Kystallen des kohlensauren Bittererdekalis Hydromagnesit zurück.

Während reine Magnesite sich fast nur als Verwitterungsprodukte des Serpentins finden, kommen Absätze, welche neben überwiegendem Magnesiakarbonat andere Karbonate, vorzugsweise von Kalk, Eisen- und Manganoxydul, enthalten. häufiger vor. In Melaphyrmandelstein von Tannhof bei Zwickau fand G. Jenzsch erbsengelben, sehr feinkörnigen „Talkspath", der 95,36 pCt. Magnesiakarbonat; 3,64 pCt. Eisenoxydulkarbonat, etwas Thonerde und Wasser enthielt.[4]) Als Seltenheit führt v. Zepharovich krystallisirten Magnesit aus dem Anhydrit von Hall, Tyrol, an.[5]) In den Grauwackenschiefergebilden, welche einen zusammenhängenden Zug von St. Johann und Gloggnitz über Neuberg, Turnau. Vordernberg, Eisenerz bis über das Ennsthal hinaus nach Salzburg bilden, kommt nach Fötterle[6]) Magnesit vor: so bei Gloggnitz, Neuberg und im Ennsthal. hier nach Stur[7]) am südöstlichen Abhang des Grimming und im Sunk, S. von Trieben im Paltenthal. Rumpf[8]) verfolgte dieselbe Bildung bis Goldeck bei Lend. Im Magnesit vom Semmering (Klamm bei Schottwien) fand C. v. Hauer[9]) A weisse, B graue krystallinische Stücke; Sommer[10]) in dem von Flachau (SW von Radstadt) C, Ullik[11]) in dem aus dem Sunk D.

	A	B	C	D
Magnesiakarbonat	89,22	85,44	93,51	95,76
Eisenoxydulkarbonat	5,10	6,24	5,25	2,80
Kalkkarbonat	3,89	3,16	1,16	1,30
Unlösliches	1,29 a	3,55 b	0,46 b	0,25
	99,50	98,89	100,38	100,61
Spec. Gewicht	3,024		3,015	3,02.

a. Kieselsäure, b. Manganoxydulkarbonat.

[1]) Pogg Ann. 42. 366. 1837. — [2]) Compt. rend. 28. 693. 1849. — [3]) Nach P. Meyer enthält Hydromagnesit von Sasbach, Kaiserstuhl, 2,47 pCt. CaO; 47,69 pCt. MgO; 45,27 pCt. CO^2; 4,57 pCt. Wasser (Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1860. 792). Es ist wohl ein Gemenge. Lancasterit ist nach Smith und Brush ein Gemenge von Brucit und Hydromagnesit. — [4]) Jahrb. Miner. 1853. 536. sp. G. 3,076. — [5]) Miner. Lex. f. Oesterr. II. 190. — [6]) Jahrb. geol. Reichsanst. III. Heft 4. 145. 1852 und VI. 69. 1855. — [7]) ib. IV. 469. — [8]) Tschermak. Miner. Mitth. 1874. 281. — [9]) Jahrb. geol. Reichsanst. III. Heft 3. 154 und 1852. — [10]) Jahrb. Miner. 1866. 456. Eisenoxyd (3,69 pCt.) als Karbonat berechnet. Unlösliches 0,58 pCt. — [11]) Tschermak. Miner. Mitth. 1873. 270. Sehr ähnlich ist der Magnesit von Wald bei Kalwang zusammengesetzt.

Nach Rumpf heissen diese constant in Linsenform auftretenden und mit Thonschiefern vergesellschafteten Magnesite Pinolite (Pinolisteine). Sie enthalten Pyrit, bräunen sich daher durch atmosphärische Einwirkung und können sogar zerfallen. Mit Ausnahme des Sunk enthalten sie alle Talk, der mitunter den Thonschiefer förmlich ersetzt, aber späterer Bildung zu sein scheint. Nach dem ziemlich hohen Eisengehalt sind diese Magnesite zu den Mesitinen (Breuneriten, s. S. 34) zu rechnen, wie denn auch Normalmesitin und magnesiareiche Eisenspathe in demselben Zuge vorkommen.

Absalz von Dolomit.

Ueberlässt man eine Lösung von Kalk- und Magnesiakarbonat in kohlensaurem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur der Verdunstung, so scheidet sich nach Gorup-Besanez zuerst ein krystallinischer Niederschlag von Kalkkarbonat mit 9—10 pCt. Magnesiakarbonat ab, dann krystallisirt wasserhaltiges Magnesiakarbonat. Verdampft man die Lösung in gelinder Wärme, so erhält der Niederschlag neben dem Kalkkarbonat 7—9 pCt. Magnesiakarbonat, und aus der weiter auf ein kleines Volumen abgedampften Lösung scheidet sich Magnesiakarbonat mit 11 pCt. Kalkkarbonat ab,[1]) aber Dolomit entsteht nicht. Abweichend von diesen Angaben erhielt Scheerer,[2]) als er bei gewöhnlicher Temperatur eine gemischte Lösung von Kalk- und Magnesiakarbonat in kohlensaurem Wasser verdunsten liess „und noch früher, als sich aus den Einzellösungen die Kalkspathrhomboeder und die Prismenbündel des wasserhaltigen Magnesiakarbonates zeigten, Dolomitkrystalle, wie die chemische Prüfung erwies".[3]) Auch Motessier[3]) fand aus aufbewahrtem Mineralwasser von Lamalou, Hérault, Terreil[4]) in den geschlossenen Röhren, in welchen Lartet Thermalwasser aus der Umgebung des Todten Meeres nach Paris gesendet hatte, Dolomitkrystalle abgesetzt (s. S. 476). In den Absätsen der Thermen (s. bei diesen), welche Kalk- und Magnesiakarbonat enthalten, findet sich letzteres meist nur in geringer Menge, da es bei Gegenwart fremder Salze noch löslicher ist als in kohlensaurem Wasser, aber Dolomit wird aus ihnen nirgend angegeben.

Aus dem Folgenden geht hervor, dass sich sowohl aus Süss- als aus Salzwasser bei gewöhnlicher Temperatur Dolomit absetzen kann, aber die Bedingungen der Bildung sind nicht vollständig erforscht. Es ist nicht anzunehmen, dass sie von denen des Absatzes der Braunspäthe u. s. w. verschieden sind. Nach Breithaupt verkittet Dolomit Geschiebe im Flussbett des Neckars bei Cannstadt,[5]) nach Johnston setzt eine Quelle in Neesham an der Nordseite des Tees einen dolomitischen Kalk ab mit Farbe, Ansehen und poröser Struktur der dolomitischen Kalke von Durham und mit ebenso grossen Magnesiagehalt.[6]) Das Bindemittel eines Conglomerates, das sich noch jetzt am Meeresufer bei Pompejopolis, Kleinasien, bildet, besteht nach Durand-Claye[7]) aus

[1]) Ann. Chem. Pharm. Supplementbd. 8. 240. 1871. Hoppe-Seyler (Zs. geol. Ges. 27. 500. 1875) erhielt dieselben Resultate. — [2]) Jahrb. Miner. 1866. 12 = Pogg. Ann. Jubelband 1874. 315. — [3]) Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 178. — [4]) Bull. géol. (2) 23. 750. 1866. — [5]) Paragenesis. 1849. 47. Nach Walchner ist das Verkittende Kalksinter. — [6]) Rep. Brit. Assoc. für 1853. 42. — [7]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. 12. 55. 1876.

78,5 pCt. Kalk- und 21,5 pCt. Magnesiakarbonat, entsprechend $3 CaOCO^2 + 1 MgOCO^2$. Dolomit (oft von Aragonit begleitet) findet sich in den Höhlungen und Spalten der Basalte, der von Koloseruk ist nach Rammelsberg[1]) = $3 CaOCO^2 + 2 MgOCO^2$. In Hohlräumen und Spalten der Dolomite und dolomitischen Kalke setzen sich Dolomitkrystalle ab, ebenso finden sie sich auf Erzgängen, Salzlagern u. s. w. Pseudomorphosen in Bitterspath, namentlich nach Kalkspath, sind häufig. In einem Steinkern als Ausfüllungsmasse eines Echinus bei Ingolstadt fand Schnabel[2]) 55,48 $CaOCO^2$; 43,29 $MgOCO^2$; 0,48 Eisenoxyd; 0,16 SiO^2; Wasser Spur = 99,41.

Nach Leube liegt bei Dächingen (S.W. von Ulm) auf Jurakalk und unter hartem Süsswasserkalk (mit 96,98 pCt. Kalkkarbonat) eine Reihe dolomitischer Süsswasserbildungen, in denen das Verhältniss von Kalk- zu Magnesiakarbonat sehr stark wechselt. Von oben nach unten folgen, sämmtlich mit Gehalt an Thon und Eisenoxyd (resp. Karbonat):

„Röthlichgrauer Bitterkalk	(100 $CaOCO^2$: 14,19 $MgOCO^2$)	Mächtigkeit	2—3 Fuss
Plastischer Thon, grünlichgrau	(„ „ : 15,79 „)	„	bis 0,84 „
Graue, etwas bituminöse, unausgebildete Kreide	(„ „ : 39,84 „)	„	3 „
Obere Kreide s. unter a	(„ „ : 64,54 „)	„	6—8 „
Bitterkalkmergel	(„ „ : 49,94 „)	„	1,5 „
Untere Kreide (s. b)	(„ „ : 83,24 „)	„	7 „
Grauliche und unausgebildete Kreide	(„ „ : 79,79 „)	„	2 „
Graue, etwas sandige Kreide (s. c)	(„ „ : 76,97 „)	„	2 „
Bituminöser schwärzlicher Thonmergel	(„ „ : 9,00 „)	„	bis 0,25 „
Braungrauer bituminöser Bitterkalk	(„ „ : 24,48 „)	„	15 „

Darunter folgt 2 Zoll Feuerstein und graue Kreide."[3]) Es enthält:

	a	b	c	d	e	f	g
$CaOCO^2$	56,12	53,94	55,66	55,36	46,42	68,62	65,21
$MgOCO^2$	36,12	44,94	42,84	38,49	38,03	28,65	32,57
$FeOCO^2$	1,06	0,32	—	—	—	—	0,81
$\dddot{F}e$	—	—	0,90	} 4,92	1,39	—	—
Thon	6,70	0,80	0,60		11,21 a	0,98 a	1,30 a
	100	100	100				
Org. Subst.				0,64	—	—	—
Wasser				0,63	—	—	—
				100,04	97,05	98,25	99,89

a Unlösliches.

[1]) Nach G. Rose (Abh. Berl. Akad. 1856. 30) löst er sich in Stücken ohne Erwärmung in Salzsäure. Er enthält 61,00 pCt. $CaOCO^2$, 36,53 pCt. $MgOCO^2$, 2,73 pCt. $FeOCO^2$. — [2]) Pogg. Ann. 115. 147. 1858. — [3]) Geognost. Beschreibung der Umgegend von Ulm. Ulm 1839. 48 und ff. Normaldolomit = 100 Th. $CaOCO^2$ + 84 Th. $MgOCO^2$.

Nach Hoppe-Seyler besitzt diese Kreide die chemischen Eigenschaften und die Zusammensetzung des Dolomites, zeigt aber unter dem Mikroskop keine deutliche Krystallisation. Die feinsten abgeschlämmten Theile hatten[1]) die Zusammensetzung d. Für die Annahme, dass diese Absätze aus einer heissen Quelle stammen, liegt kein zwingender Grund vor. In einem Süsswasserdolomit der Braunkohlenformation von Rödgen bei Giessen fand Knapp[2]) e, im Süsswasserdolomit vom Fuchsberg bei Nördlingen Röthe[3]) f, in dem vom isolirten Felsen der Marienhöhe bei Nördlingen Loretz g. Gümbel[4]) hält f und g für Absätze von Mineralquellen. In e kommen auf 100 Theile $CaOCO^2$, wenn man Eisenoxyd auf das Aequivalent $MgOCO^2$ berechnet, 85 Th. $MgOCO^2$; in f $41{,}_9$; in g $50{,}_{85}$ Th. $MgOCO^2$; e und f entsprechen demnach einfachen Verhältnissen.

Die Pseudomorphosen von Kalkspath in Dolomit beweisen, dass Dolomit aus Kalkkarbonat, die Verwitterungen der dolomitischen Kalke, dass aus ihnen aber nur unter bedeutender Lockerung oder Aufhebung des Zusammenhangs Dolomit entstehen kann. In den (wenn auch nicht häufigen) compakten Dolomiten müssten, wenn sie in der letztgenannten Weise gebildet wären, die bei der Verwitterung entstandenen Hohlräume mit Dolomit erfüllt sein. Ist es da nicht einfacher, diese Dolomite als Absatz zu betrachten, ebenso wie die Dolomite der Erzlagerstätten und Basalte? Als weiterer Beweis gegen obige Annahme führt Pfaff noch die Thatsache an, dass in solchen Fällen die Menge des in Säuren Unlöslichen bedeutend zunehmen müsste (l. c. S. 79), was dem Vorkommen in der Natur nicht entspricht, da z. B. im fränkischen Jura der Dolomit weniger Unlösliches enthält als der Kalk.[5]) Ein Theil der Dolomite ist ursprüngliche Bildung, ein anderer umgewandelter Kalkstein, aber die Meinungen gehen im Einzelnen weit auseinander. Gümbel hält die Dolomite des fränkischen Jura für ursprüngliche Bildung. Sie finden sich bald linsenförmig im Kalk (Schutzfels bei Regensburg), bald wechseln Kalk und Dolomit in dünnen Lagen (Ebenwies, Brunn), bald liegt scharf geschieden auf dem Kalk Dolomit (Eichstett bei Pappenheim). Dabei sind die Dolomite im Grossen immer geschichtet, und die Schichtenflächen sind selten horizontal, meist in Wellen auf- und abgebogen.[6]) Pfaff hält nach seinen Untersuchungen dieselben Dolomite nicht für ursprüngliche Bildungen[7]), wohl den alpinen Hauptdolomit Gümbel's.[8])

Dass Mengungen von Kalkkarbonat mit Magnesit, von dolomitischem Kalk mit Magnesit vorkommen, ist S. 73 und 80 erwähnt, letzteres auch von Landolt für Vorarlberger Dolomit, von Hoppe-Seyler für Dolomit von der Todten Alp, Scesaplana, nachgewiesen.[9]) Wo zwischen Kalk Dolomit liegt, muss er, wenn er unter Meeresbedeckung aus Kalk entstand, umgewandelt sein, ehe die obere Kalkschicht sich absetzte, denn die Umwandlung kann im Meer nur von oben

[1]) Zs. geol. Ges. 27. 499. 527. 1875. — [2]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. für 1847 und 1848. 1292. — [3]) Gümbel. Ber. Münch. Akad. 1870. 1. 193. — [4]) ib. 194. — [5]) Allgem. Geologie. 1873. 89. — [6]) Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 1871. I. 45 bis 47. — [7]) Allgem. Geologie. 1873. 294. — [8]) ib. 92. cf. 79. 91. — [9]) Zs. geol. Ges. 27. 523. 1875.

her erfolgen. Die Bildung dieser Absätze, selbst wenn sie aus mechanisch zusammengeschwemmtem und dann verkittetem Krystallpulver entstanden, selbst wenn sie dolomitisirte Korallenriffe sein sollten, bietet noch viel Räthselhaftes.

Nach Hoppe-Seyler entsteht Dolomit nur bei höherer Temperatur, nicht unter 100°. Als er eine Lösung von Magnesiabikarbonat mit Kalkkarbonat in Glasröhren 90 Stunden lang auf 100° erhitzte, enthielt nach Behandlung mit Essigsäure der darin lösliche Rückstand neben 940 Th. Magnesiakarbonat 282 Theile Dolomit; bei höheren Temperaturen (bis 160°) nahm die Menge des Dolomites zu. Magnesiasulfat mit kohlensaurem Kalk gab bei 120—140° ebenfalls Dolomit, aber geringere Mengen, ebenso bei Gegenwart von Chlornatrium. Bei Temperaturen unter 100° wurde weder Magnesit noch Dolomit gebildet.[1]) Gepulverter Dolomit kann in kohlensäurehaltigem Wasser bei 200° und selbst bei viel niedrigerer Temperatur in schön ausgebildeten Krystallen umkrystallisirt erhalten werden.[2]) Dass bei höheren Temperaturen Dolomit sich bildet, ist vielfach nachgewiesen. Nach Morlot entsteht Dolomit aus Magnesiasulfat und Kalkspath in Röhren mit Wasser bei 200°,[3]) nach Favre und Marignac aus Chlormagnesium, Kalkspath und Wasser bei 200°. Der Niederschlag enthielt 48 pCt. Kalkkarbonat und 52 pCt. Magnesiakarbonat, also mehr von letzterem als Normaldolomit.[4]) Durocher stellte Dolomit in krystallinischen Körnern dar, indem er wasserfreies Chlormagnesium mit Kalkstein in einem verschlossenen Flintenlauf bis zum Dunkelrothglühen erhitzte.[5]) Kreide mit Chlormagnesiumlösung wiederholt getränkt und auf dem Sandbad bei einer 100° nur wenig übersteigenden Temperatur erhitzt, wandelt sich nach Ch. Ste-Claire Deville in eine (sehr rissige) Masse um, deren Magnesiagehalt zum Kalkgehalt sich wie 1 : 2 verhielt. Analog verhielt sich Kreide mit Magnesiasulfat.[6]) Als Hunt den Niederschlag, der aus gleichen Aequivalenten Chlorcalcium und Chlormagnesium mit schwach überschüssigem Natronkarbonat entsteht, ausgepresst und feucht, aber nicht ausgewaschen, allmählich auf 120—130° erhitzte, erhielt er reichliche Mengen eines dolomitähnlichen Doppelsalzes.[7]) Schwerlich entstanden Dolomitmassen in einer dieser Weisen. Aus den oben angeführten Vorkommen geht hervor, dass auch bei gewöhnlicher Temperatur Dolomit sich absetzen kann.[8]) Bemerkenswerth ist, dass Liebe in Muschelschaalen aus dolomitischen Kalken des Zechsteins viel weniger Magnesia fand als im Gestein; die Schaalen enthalten fast keine Magnesia. Er fand in dunkelgrauem Kalk, Schiefergasse, N. von Gera I und II, in Productus horridus aus I a, in Spirifer undulatus aus II b; in weissem Kalk von Schwara, O. von Gera, III, in Productus horridus daraus c.

[1]) Zs. geol. Ges. 27. 509. 1875. — [2]) ib. 499. — [3]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 48. 1291. Hunt erhielt nur Magnesit. l. c. f. 1859. 135. — [4]) l. c. f. 1849. 811 aus Arch. ph. nat. 10. 177. 1849. Nach Hunt ist der Dolomit mit Magnesit gemengt. — [5]) l. c. f. 1851. 869 aus Compt. rend. 33. 64. — [6]) l. c. f. 1858. 756 aus Compt. rend. 47. 89. — [7]) l. c. f. 1866. 178 aus Sill. Amer. J. (2) 42. 49 und ff. — [8]) Nach Forchhammer wird das Meerwasser ärmer an Magnesia und reicher an Kalk, wenn der Grund (kalkhaltiger) Thonmergel ist. „Ein Theil des Kalkkarbonates wird gegen Magnesia aus dem Magnesiasulfat des Wassers ausgewechselt, indem sich ein Doppelsilikat von Thonerde und Magnesia bildet.“ Berzelius. Jahresber. f. 1845. 393.

	I	a	II	b	III	c
Ca O C O²	67,01	98,00	79,47	98,26	93,21	99,48
Mg O C O²	7,29	0,62	2,64	0,10	2,09	0,03
Fe O C O²	1,51	0,40	0,97	0,19	0,55	0,20
2 F̈e + 3 aq	1,04					

Abgesehen vom Eisen kommen[1]) auf 100 Theile Kalkkarbonat in

I	a	II	b	III	c	
10,88	0,64	3,32	0,10	2,24	0,03	Th. Magnesiakarbonat.

Auf der anderen Seite finden sich nach T. Sterry Hunt in einem nicht Magnesia enthaltenden Kalkstein der Chazyformation bei Montreal und den Mingan Islands Orthoceratiten in magnesiareiche Substanz umgeändert; in blaugrauem Trenton-Kalkstein bei Ottawa, welcher keine Magnesia enthält, bildet Dolomit schmale Säume.[2]) Nach Loretz[3]) sind in alpinen Dolomiten kleinere Crinoidenstielglieder zu Dolomit geworden, dickere Crinoidenstiele blieben als Kalkkörper zurück und konnten später im festen Gestein auswittern, worauf dann der Hohlraum, der durch eine Fuge im Gefüge des Dolomites zu erkennen ist, mit Dolomitkryställchen erfüllt ward.

Absatz von Eisenoxydul- und Manganoxydulkarbonat und von Braunspäthen, Eisen- und Manganoxydhydraten.

Bedingung für den Absatz von Eisen- und Manganoxydulkarbonat ist Ausschluss des Sauerstoffs, daher sind diese Karbonate in Quellabsätzen sparsam (s. S. 84). Die Lösungen entstehen aus Lösung der Karbonate, aus Einwirkung von kohlensaurem Wasser auf eisen- und manganhaltige Silikate, aus Reduktion von Mangan- und Eisenoxyden durch organische Substanz, welche letztere die Kohlensäure liefert. Da, wo die Lösungen noch andere Karbonate enthalten, finden sich diese in den Absätzen wieder. Hieher gehören die fast reinen Spatheisensteine, die Kohleneisensteine (Blackband) und die thonigen Sphaerosiderite der Kohlen (s. S. 33). Nur von den Sphaerosideriten und Braunspäthen der Drusenräume der Melaphyre, Dolerite, Basalte sind hier Analysen gegeben.

a. Aus Anamesit. Steinheim bei Hanau. Stromeyer. Untersuch. 268.
b. Ebendaher. Hornstein. Zs. geol. Ges. 19. 346. 1867.
c. Aus Basalt. Alte Birke bei Siegen. Schnabel. Verh. naturhist. Ver. Rhl. Westf. 8. 83. 1851.
d. Aus Melaphyr. Oberstein. Bischof. Chem. Geol. II. 272. Gelblichbraun.[4])
e. Aus Basalt von Barfolds Falls, am Campaspefluss, Victorialand. Newberry. Notes sur la géogr. de Victoria 1866. 110.

[1]) Zs. geol. Ges. 7. 432. 1855. — [2]) Geology of Canada. 457. — [3]) Zs. geol. Ges 30. 413. 1878. — [4]) Nach Chem. Geol. Ed. I. 2. 821 schon in kalter Salzsäure löslich An kohlensaures Wasser gab das Mineral = 7 CaO + 9 MgO + 24,16 FeO + 6,44 MnO + 46,60 CO² nach Ed. I. 2. 1177 ab: CaOCO² 68,97 pCt.; MgOCO² 17,24 pCt.; FeOCO² 13,79 pCt. = 23 CaO + 7 MgO + 4 FeO + 34 CO². War gar kein MnOCO² gelöst?

	a	b	c	d	e
$Fe O C O^2$	96,07	98,685	70,23	56,06	20,65
$Mn O C O^2$	3,07	0,001	28,93	14,79	1,92
$Mg O C O^2$	0,31	1,271	0,50	15,14	5,00
$Ca O C O^2$	0,36	0,032	0,14	14,01	72,43
$Si O^2$	—	—	0,14	—	—
	99,81	99,989	99,94	100	100

Lösungen von Eisen- und Manganoxydulkarbonat in kohlensaurem Wasser liefern, wo sie mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommen, Absätze von Eisenoxydhydraten, Rotheisen und Manganoxyden (s. S. 82—86). Eisenoxydhydrate und Manganoxyde sind daher in Quellabsätzen, als Bindemittel von Conglomeraten und in Sedimenten häufig. Die Bildung von Stalaktiten aus Eisenoxydhydrat, welche C. von Leonhard[1]) in Grube Little Bounds, Cornwall, Church[2]) in der Botallakgrube beobachtete, wird durch Tröpfeln der Lösungen von der Decke bedingt. Feuchte, knetbare, braune Massen aus dem Inneren einer grossen Amethystmandel von Idar enthielten nach Bischof[3]) 75,47 pCt. Eisenoxyd; 14,83 pCt. Manganoxyd; 9,70 pCt. Kieselsäure.

Absätze von Zinkspath, Zinkblüthe, Weissbleierz.

Nöggerath erwähnt aus Tarnowitz Absatz von Zinkspath ($Zn O C O^2$) auf Zimmerholz aufgelassener Gruben und Büschel von Baumblättern aus solcher Grube, die mit Zinkspath inkrustirt erscheinen.[4]) Monheim fand die aus Brauneisenstein bestehenden Wände in Strecken des Busbacher Berges bei Stolberg mit einer Kruste weissen Zinkspaths überzogen. Wahrscheinlich ist eine dieser Strecken seit 200, die andrer seit 60 Jahren abgebaut, seit dieser Zeit muss sich also der Zinkspath gebildet haben.[5]) Stalaktitische und traubige Formen sind häufig. So in Altenberg bei Aachen, Volterra, Merodio etc.

In der Höhle im Jurakalk bei Udias, span. Prov. Santander, fanden Sullivan und Oreilly an Decke und Wänden die schönsten Stalaktiten von Zinkblüthe, während den Boden weisse, über 1 m mächtige Zinkblüthe bedeckte. In den Gruben von Udias bildet Zinkblüthe (basisches wasserhaltiges Zinkoxydkarbonat) ästige korallenähnliche Massen, ähnlich der Eisenblüthe.[6]) Im Dolomit von Taft, Prov. Jesd, Persien, fand Göbel Absätze von Zinkblüthe.[7]) Schnabel[8]) sah Zinkblüthe als Ueberzug auf den abgebauten Räumen der Bleiglanz- und Blendegrube Rastenberg bei Ramsbeck, Westfalen, und auch als Auswitterung auf den Halden.

Im alten, seit etwa 100 Jahren verlassenen Elisabeth-Stollen der Concession Meinerzhagen bei Commern fand von Dechen die Seitenwände mit einem bis fingerstarken Ueberzuge von Weissbleierz ($Pb O C O^2$, aus Bleiglanz entstanden) stellenweise überzogen. Die Oberfläche desselben ist wellenförmig, mit hervorstehenden Reifen versehen, wie sie aus dem unregelmässigen Absatz fliessenden und tröpfelnden Wassers hervorgehen. Die Masse ist ein lockeres Haufwerk kleiner Krystallnadeln.[9])

[1]) Jahrb. Miner. 1845. 14. — [2]) Dana. Miner. 178. — [3]) Chem. Geol. II. 637. — [4]) Jahrb. Miner. 1843. 784. — [5]) Bischof. Chem. Geol. I. 561. — [6]) Jahrb. Miner. 1864. 850. — [7]) Bull. Acad. St. Pétersb. (5) 407. 1863. — [8]) Pogg. Ann. 105. 144. 1858. — [9]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. 1857. LXI.

Absatz von Steinsalz.

Dass sich Steinsalz mehr oder weniger rein aus den Binnenseen der abflusslosen Gebiete und aus den Salzseen des Binnenlandes absetzt, ist S. 463 und ff., [1]) die Zusammensetzung der Soolquellen, aus denen durch Abdampfen Kochsalz gewonnen wird, s. S. 462 und ff., das Ausblühen des Salzes in Steppen und Wüsten S. 461 erwähnt. Bei weitem die Hauptmenge des natürlichen Chlornatriums, des Steinsalzes, stammt aus dem Meerwasser; ein Process, der künstlich in den Salzgärten (marées salants, marinhas) nachgeahmt wird.

Usiglio fand in 1000 Th. Meerwasser, das aus ein Meter Tiefe und 3000 bis 5000 Meter fern von der Küste bei Cette geschöpft war:[1])

Cl Na	Cl Ka	$Cl^2 Mg$	Br Na	$Mg O S O^3$	$Ca O S O^3$	$Ca O C O^2$	$\dddot{Fe}$	
29,424	0,505	3,219	0,556	2,477	1,357	0,114	0,003	= 37,655.

Bei 21° betrug das specifische Gewicht (Wasser bei derselben Temperatur = 1 gesetzt) 1,0258 = 3,5° Baumé. Er gibt[2]) für die Resultate des Abdampfens von 5 Litern = 5129 g folgende Uebersicht, auf 1 Liter = 1025,8 g reduzirt.

Grad Baumé	Volumen	Abgeschiedene Salze in g							
		Eisenoxyd	Kalkkarbonat	Kalksulfat mit 2 aq	Chlornatrium	Magnesiasulfat	Chlormagnesium	Bromnatrium	Chlorkalium
3,5	1000	—	—	—	—	—	—	—	—
7,1	533	0,003	0,0642	—	—	—	—	—	—
11,5	316	—	Spur	—	—	—	—	—	—
14,0	245	—	Spur	—	—	—	—	—	—
16,75	190	—	0,0530	0,560	—	—	—	—	—
20,60	144,5	—	—	0,562	—	—	—	—	—
22,00	131	—	—	0,184	—	—	—	—	—
25,00	112	—	—	0,160	—	—	—	—	—
26,25	95	—	—	0,0508	3,2614	0,004	0,0078	—	—
27,00	64	—	—	0,1476	9,6500	0,013	0,0356	—	—
28,50	39	—	—	0,070	7,8960	0,0262	0,0434	0,0728	—
30,20	30,2	—	—	0,0144	2,6240	0,0174	0,0150	0,0358	—
32,40	23	—	—	—	2,2720	0,0254	0,0240	0,0518	—
35,00	16,2	—	—	—	1,4040	0,5382	0,0274	0,0620	—
Summe des Abgesetzten		0,003	0,1172	1,7488	27,1074	0,6242	0,1532	0,2224	—
Gelöst bleiben		—	—	—	2,5885	1,8[illegible]45	3,1640	0,3300	0,5339
Im Liter also enthalten		0,003	0,1172	1,7488	29,6959	2,4787	3,3172	0,5524	0,5339
Ber. im Liter nach obiger Analyse		0,003	0,1170	1,760	30,183	2,541	3,3020	0,570	0,518

[1]) Das in Vulkanen sublimirte Chlornatrium (s. S. 414) gehört seiner Bildung nach nicht hieher. — [2]) Ann. Chim. Phys. (3) 27. 104. 1849. 1,357 $CaOSO^3$ = 1,716 $CaOSO^3$ + 2 aq. — [3]) ib. 185.

Von den Mutterlaugen analysirte Usiglio die 3 folgenden[1]) und fand in 1000 g:

	A 25⁰ B. = 1,210 sp. G.	B 30⁰ B. = 1,264 sp. G.	C 35⁰ B. = 1,330 sp. G.
Chlornatrium	222,230	168,30	121,05
Chlorkalium	4,050	14,49	24,97
Chlormagnesium . . .	24,420	80,41	147,96
Bromnatrium	4,320	11,61	15,45
Magnesiasulfat	18,714	62,31	86,76
Kalksulfat	1,712	—	—
Summe . .	275,446	337,12	396,19

Auf 1000 berechnet, enthält:

	A	B	C
Chlornatrium	80,68	49,93	30,55
Chlorkalium	1,47	4,30	6,30
Chlormagnesium	8,87	23,84	37,35
Bromnatrium	1,57	3,45	3,90
Magnesiasulfat	6,79	18,48	21,90
Kalksulfat	0,62	—	—
	100	100	100

Bis zur Dichte von 30⁰ B. sind diese Versuche mit denen in den Salzgärten übereinstimmend, allein jenseit derselben werden durch die Temperaturunterschiede bei Tag und bei Nacht die Erscheinungen verwickelter und noch mehr jenseit 35⁰ B. Aus diesen letzten Mutterlaugen setzen sich vorzugsweise ab: Magnesiasulfate (bisweilen mit weniger als 7 aq), Chlornatrium, Pikromerit[2]) ($K^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 6$ aq), Carnallit ($K Cl + Mg C O^2 + 6$ aq), während die Menge des zerfliesslichen Clormagnesiums immer mehr zunimmt.

Aus Usiglio's Versuchen geht hervor, dass sich bei Verdunstung aus Meerwasser zuerst Eisenoxyd und Kalkkarbonat absetzt, dass die Abscheidung von Kalksulfat erst bei bedeutender Concentration[3]) und der Absatz von Chlornatrium erst dann beginnt, wenn etwa noch 1/10 des ursprünglichen Volumens vorhanden ist. Die Zunahme der absoluten und relativen Menge von Chlorkalium, Chlormagnesium, Bromnatrium und Magnesiasulfat in den Mutterlaugen von 25⁰ Baumé an zeigen die mitgetheilten Zahlen deutlich. Wo demnach Steinsalz durch Verdunstung von Meerwasser entstand, muss das Liegende, die Unterlage des Steinsalzes, Kalksulfat sein, sei es als Anhydrit oder Gyps. Nach Dieulafait enthielt der erste Niederschlag des Kalkkarbonates und ebenso der des Gypses Strontian, der daher in den späteren Bildungen fehlt.[4]) Chemisch

[1]) l. c. 181. 182. 184. — [2]) Nach Usiglio (ib. 188) löst Wasser bei 15⁰ 0,18 seines Gewichtes Pikromerit. — [3]) In Soolenleitungen schiessen sehr häufig Gypskrystalle an. — [4]) Compt. rend 84. 1303. 1877. F. Bischof fand in Stassfurth spektralanalytisch Strontiansulfat in Absätzen auf Anhydritschnüren. Zs. geol. Ges. 17. 430. 1865.

rein wird das auf diese Weise entstandene Steinsalz nirgend sein. Fast alles Bromnatrium, alles Chlorkalium, fast alles Chlormagnesium und Magnesiasulfat, der Rest von Chlornatrium, die in der letzten Mutterlauge enthalten sind, werden sich über dem Steinsalz finden, zum Theil zu neuen Verbindungen zusammengetreten, als Mutterlaugensalze, „Abraumsalze“. Der Salzgehalt des Meerwassers wird sich demnach bei ungestörter natürlicher wie künstlicher Verdunstung in drei Gruppen spalten: in Kalksulfat, Chlornatrium und Mutterlaugensalze, von denen die letzteren, an zerfliesslichen Salzen sehr reich, zur Festwerdung sehr glücklicher Bedingungen, namentlich wohl höherer Temperatur, bedürfen.

Enthielt das verdunstete Meerwasser Thon u. s. w. suspendirt, so wird das Suspendirte sich mit den Salzen zusammen absetzen, als Salzthon, „Haselgebirge“. Wo ein Stück des Meeres, durch eine Barre, durch Hebung der Ränder oder durch andere Bedingungen vom Ganzen abgetrennt, der Verdunstung anheim fiel, entstanden Salzlager, von der Zeit der ältesten Sedimente an bis zur Jetztzeit (s. S. 464). Aus der Mächtigkeit der reinen Steinsalzmassen folgt, dass einfache Verdunstung eines abgetrennten Meerestheils nicht genügt: es muss nach Absatz der ersten Gyps- und Kochsalzniederschläge wieder Meerwasser zugetreten sein, das wieder nach einer gewissen Concentration dieselben Niederschläge lieferte, und so muss der Process lange Zeit fortgegangen sein. Die Mutterlaugensalze mochten zum Theil als Unterstrom über die Barre austreten. Der erste Niederschlag des Kalksulfates, die Bedeckung der Unterlage mit Gyps, ermöglichte den Absatz des Steinsalzes, das in den mächtigen Salzlagern mit Anhydrit- oder Gypsschnüren wechsellagert. Aber nur selten ist die Verdunstung und Wiederspeisung mit Meerwasser so ungestört vor sich gegangen, dass sich die Mutterlaugensalze über dem Steinsalz finden: bauwürdig sind sie bisher nur in Stassfurth und Kaluscz, Galizien, gefunden, wenn auch an anderen Orten, wie bei Schönebeck, Tiede u. s. w. erbohrt. Einbrüche des Meeres über das Salz absetzende Gebiet, Zerstörung der Barre, Hebung oder andere Ursachen hinderten nicht nur den Absatz der wegen ihres Kaligehaltes werthvollen Mutterlaugensalze, auch das schon abgesetzte Steinsalz wurde zum Theil oder ganz wieder gelöst, so dass nur Gyps und etwa vorhandener Thon, Mergel u. s. w. übrig blieb. Zur Erhaltung der Salzablagerungen war eine Wasser nicht durchlassende Decke, sei es Thon, Mergel oder Gyps, nothwendig. Ueber dem Erhaltenen konnte sich die Reihe der Absätze wiederholen: auf Gypsabsatz wieder Steinsalz, auf Abraumsalze wieder Steinsalz folgen u. s. w. Die Geschichte jedes grösseren Steinsalzlagers setzt eine verwickelte Reihe von Erscheinungen voraus, aus welchen sich die verschiedenen Mächtigkeiten der einzelnen Gyps- und Steinsalzlagen erklären, die mit Salzthonen wechsellagern. Liefert 1 cbm Meerwasser (1027 kg) rund $1{,}_{76}$ kg Gyps und 27 kg Steinsalz, so würden daraus (Gyps = $2{,}_{325}$ sp. G., Cl Na = $2{,}_{0}$ sp. G.) $0{,}_{000757}$ cbm Gyps und $0{,}_{0135}$ cbm Steinsalz entstehen, was einem Verhältniss der Masse von Gyps zu Steinsalz wie 1 : 18 entspricht. Aber dieses Verhältniss ist in den Steinsalzablagerungen keineswegs vorhanden, vielmehr wechselt es sehr stark. Man sieht, dass um

1 cbm Steinsalz herzustellen 74 cbm Meerwasser verdunsten müssen, und das lässt bei der Mächtigkeit der Salzablagerungen auf grosse Zeitdauer schliessen.

In den Steinsalzlagern finden sich von Chloriden: Sylvin (Leopoldit K Cl), Salmiak (H^4 N Cl), Carnallit[1] (K Cl + Mg Cl^2 + 6 aq), Tachydrit (Ca Cl^2 + 2 Mg Cl^2 + 12 aq). Ausserdem tritt auf Boracit (Mg Cl^2 + 2 Mg^3 B^4 O^{15}), Hydroboracit (Ca O + Mg O + 3 B O^3 + 6 aq) und Stassfurthit, wahrscheinlich ein wasserhaltiges Umwandlungsprodukt des Boracites, dessen gelbe Abänderungen bedeutende Mengen von Eisenoxydul enthalten. Die Knollen des Stassfurthites sind nicht selten mit Carnallit oder Tachydrit erfüllt.

Von wasserfreien und wasserhaltigen Sulfaten kommen in Steinsalz und den begleitenden Salzthonen ausser Anhydrit und Gyps vor: Arcanit m K^2 O S O^3 + n Na^2 O S O^3, Glauberit Na^2 O S O^3 + Ca O S O^3 (s. S. 195), Glaubersalz Na^2 O S O^3 + 10 aq, Kieserit Mg O S O^3 + aq, Syngenit (Kalusczit) K^2 O S O^3 + Ca O S O^3 + aq (s. S. 195), Blödit (Astrakanit) Na^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 4 aq, Löweit 2 Na^2 O S O^3 + 2 Mg O S O^3 + 5 aq, Pikromerit (Schönit) K^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 6 aq, Polyhalit K^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 2 Ca O S O^3 + 2 aq, Kainit Mg O S O^3 + K Cl + 3 aq.

In Carnalliten und Tachydriten ist (in Stassfurth) ein kleiner Theil des Chlormagnesiums durch Brommagnesium ersetzt. In Polyhalit, Carnallit, in Anhydrit und Gyps kommt Schwefel vor, durch organische Substanzen aus den Sulfaten reduzirt (s. S. 88). Der im untermiocänen Salzlager von Roccalmuto, Provinz Girgenti, Sicilien, vorkommende Arcanit (Glaserit) entspricht nach vom Rath der Zusammensetzung 4 (K^2 O S O^3) + 3 (Na^2 O S O^3) und enthält 61,47 pCt. Kalisulfat und 38,53 pCt. Natronsulfat.[2]

Die Entstehung des Kainites, in welchem häufig blätterige Massen von Steinsalz eingewachsen sind, ist schwer zu erklären. Nach Rammelsberg[3] und K. v. Hauer[4] krystallisirt aus der Lösung des Kainites zuerst Pikromerit (K^2 O S O^3 + Mg O S O^3 + 6 aq), dann Bittersalz (Mg O S O^3 + 7 aq), und in der Mutterlauge bleibt Chlormagnesium und Chlorkalium. Lässt man eine Lösung von Chlornatrium, Chlorkalium und Magnesiasulfat verdunsten oder concentrirt sie durch Wärme, so krystallisirt nicht Kainit, sondern Pikromerit und zwar bis fast zur völligen Erschöpfung der Schwefelsäure. Nach A. Frank ist Kainit und Sylvin durch sekundäre Bildung entstanden.[5] Schon 1864 wies F. Bischof nach[6], dass der leicht lösliche Carnallit in Berührung mit Wasser Chlorkalium (Sylvin) abscheidet, wobei das leicht lösliche Chlormagnesium weiter geführt wird. So erklärt es sich, dass das Chlorkalium, welches bei gewöhnlicher Temparatur schwerer löslich ist als Steinsalz und Carnallit, im Bereiche des Carnallites und im Hangenden des Steinsalzes vorkommt. Das Auftreten der abgenagten Steinsalzwürfelchen im Sylvin rührt daher, dass diese Krystalle fertig gebildet im Carnallit lagen und dann von Sylvin umschlossen

[1]) Im Carnallit von Stassfurth sind spektralanalytisch Rubidium, Caesium und Thallium nachgewiesen, die beiden ersten auch im dortigen Sylvin. — [2]) Pogg. Ann. Ergänzungsbd. VI. 360. 1873. — [3]) Zs. geol. Ges. 17. 650. 1865. — [4]) Jahrb. geol. Reichsanst. 20. 144. 1870. — [5]) Ber. d. chem. Ges. 1868. 124. — [6]) Steinsalzbergwerke bei Stassfurt. 1864.

wurden. Die Ursache der milchigen Färbung des Sylvins sind nach Tschermak kleine rundliche Einschlüsse von Steinsalz und kubische Gasporen.[1])

Analysen von Steinsalz[2]) liegen in grosser Menge vor. Während manches Steinsalz fast ganz rein ist und neben Chlornatrium nur Spuren von Chlormagnesium und Sulfaten enthält, enthält anderes Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlorammonium, Chlorcalcium, Magnesia-, Natron- und Kalksulfat, Kalk- und Magnesiakarbonat, Thon und Eisenoxyd, hie und da wird auch ein Brom- und Jodgehalt angegeben.[3]) Das Vorkommen von Eisenglanzkrystallen (Wieliczka, Stassfurth) im Steinsalz beweist für die Entstehung desselben auf nassem Wege. Bitumen färbt Steinsalz blau[4]) oder grau, Eisenoxyd und Eisenoxydhyhrat färben Steinsalz und die dasselbe begleitenden Salze roth. Quarzkrystalle, Schwefelkies,[5]) Magnetkies,[6]) Kupferkies,[7]) Flussspath,[8]) Magnesit, Bitterspath, Realgar, Auripigment, Fahlerz, Zinkblende u. s. w. sind in Steinsalzlagern und den begleitenden Gypsen nachgewiesen. Bunsen[9]) fand im Knistersalz von Wieliczka, das beim Erhitzen oder bei Auflösen im Wasser unter Geräusch die Gase abgiebt: $84_{,60}$ Grubengas; $2_{,00}$ Kohlensäure; $10_{,35}$ Stickstoff; $2_{,58}$ pCt. Sauerstoff. In Stassfurth finden sich nach F. Bischof und E. Reichardt im Steinsalz und in den oberen Kalisalzen Gase eingeschlossen, die beim Lösen unter Knistern entweichen. Sie sind nicht immer entzündlich, die entzündlichen enthalten Grubengas und atmosphärische Luft.[10])

Das vollständigste Bild einer Steinsalzablagerung liefert die Mulde von Stassfurth. Auf eine 200 m mächtige Schicht von Steinsalz mit Anhydritschnüren (man hat das Steinsalz nicht durchbohrt) folgt 63 m mächtig die „Polyhalitregion", nicht mehr ganz reines Steinsalz mit Polyhalitzonen, darüber 56 m mächtig die „Kieseritregion", Steinsalz namentlich mit Kieserit durchzogen und darüber etwa 30 m mächtig die „Carnallitregion", die Region der Abraumsalze, Steinsalz (etwa 20—25 pCt.) mit rothem Carnallit ($55_{,65}$ pCt.), Kieserit (15 bis 20 pCt.), Kainit, Sylvin, Tachhydrit, Schönit, den Boraten u. s. w. Die Grenzen dieser Abtheilungen sind keineswegs scharf, sondern allmähliche. Eine Decke von Salzthon bedingte die Erhaltung der Abraumsalze. Brom wird reichlich aus ihnen gewonnen, aber Jod wird von Stassfurth nicht angeführt.

Die Salzthone, welche bald das Steinsalz verunreinigen, bald als salz- und gypsreiche Thone, „Haselgebirge", auftreten, haben sehr wechselnde Zusammensetzung. Bald enthalten sie nur Thonsilikate, bald reichlich daneben Karbonat von Kalk, Magnesia und Eisenoxydul, es sind Mergel; manche sind bituminös. Es enthält „Salzthon":

[1]) Tschermak. Wien. Akad. Ber. 58. 144. 1868. — [2]) Vergl. Bischof. Chem. Geol. II. 19 und Rammelsberg. Handb. d. Mineralchemie. 1875. 196. A. von Kripp. Jahrb. geol. Reichsanst. 19. 86. 1869. Analysen der Steinsalze der zur Minendirektion Klausenburg und zur Bergdirektion Marm.-Szigeth gehörigen Salzbergbaue, des ost- und westgalizischen Salzgebirges (auch Kaluscz), ib. 76 und ff. — [3]) Von Malaguti auch Silber. — [4]) Nach Nöllner wäre im Steinsalz von Hallstadt Schwefel die Ursache der blauen Färbung. Rammelsberg. l. c. — [5]) C. Zincken. Jahrb. Miner. 1867. 841. Stassfurth. — [6]) E. Reichardt. ib. 1868. 469. Stassfurth. — [7]) Tschermak. Mit Kieserit in Hallstadt. — [8]) v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterreich. I. 146. Hall. — [9]) Pogg. Ann. 83. 251. 1851. — [10]) Jahrb. Miner. 1866. 336.

1. Stebnik, Galizien. Darin das Salz in Schollen.
   Kripp. Verh. geol. Reichsanst. 1868. 29.
2. Kossow, Galizien. Verunreinigung des Steinsalzlagers. ib. 31.
3. Berchtesgaden. Haselgebirge. Nach Auswaschung der löslichen Salze: Chlornatrium, Chlormagnesium, Gyps. a. lichtgrau. b. dunkeler gefärbt.
   Schafhäutl. Jahrb. Miner. 1850. 706.
4. Westeregeln. Salzthon. a. Unlöslich. b. Löslich. Verlust Wasser und in a. Kali.
   Fuhrmann. Zs. geol. Ges. 25. 561. 1853.

	1	2	3a.	3b.
Thonerdesilikat	72,70	64,52	60,65	70,10
Kalkkarbonat	11,05	23,51	4,85	1,85
Magnesiakarbonat	9,01	4,32	14,45	12,33
Eisenoxydulkarbonat	6,63	7,38	16,81	14,55
Bitumen	—	—	2,58	4,18
	99,39	99,36	99,29	100,01

	4a.		4b.
Kieselsäure	38,50	Chlornatrium	4,60
Thonerde	19,64	Chlormagnesium	4,01
Eisenoxyd	7,02	Chlorkalium	1,18
Magnesia	8,85	Magesiasulfat	0,38
	73,81	Kalksulfat	0,80
			10,97

Absatz von Sulfaten.

Die wasserfreien wie die wasserhaltigen Sulfate erscheinen überall aus Lösung abgesetzt, soweit sie nicht durch Zersetzung aus sublimirten Chloriden entstanden (s. S. 415). Die Sulfate der Metalloxyde bilden sich durch einfache oder complicirte Verwitterung der Schwefelmetalle. Durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff oder schwefliger Säure, welche sich zu Schwefelsäure oxydiren, gehen aus Oxyden, Karbonaten, Silikaten Sulfate hervor, deren Entstehung durch complicirte Verwitterung vielfach in Kapitel VII. erwähnt wurde. Ueber eine Reihe von Sulfaten ist bei dem Absatz von Steinsalz berichtet.

Absatz von Anhydrit und Gyps.

Ueber Absatz von Kalksulfat aus Meerwasser ist Seite 548 berichtet. Der Absatz von Anhydrit folgt aus seinem Vorkommen in Sedimenten (s. S. 90 und 203). Nach Heidenhain bildet sich Anhydrit, wenn die Abscheidung von Kalksulfat aus der Lösung unter einem Druck von zehn Atmosphären geschieht.[1])

[1]) Zs. geol. Ges. 26. 278. 1874. Wer die Versuche angestellt hat, ist nicht angeführt.

Absatz von Gyps kann in mehrfacher Weise erfolgen: aus Gypslösung; aus Lösung von Kalkkarbonat und Magnesiasulfat (s. S. 49); aus der Einwirkung von Sulfatlösungen auf Kalkspath oder Kalkstein (s. S. 171) oder auf kalkhaltige Silikate (s. S. 253); aus dem Nebeneinander oder dem Zusammentreffen von Kalkkarbonat oder kalkhaltigen Mineralien mit Metallsulfureten, welche zu Sulfaten verwittern (s. S. 256); aus Einwirkung von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure, die sich zu Schwefelsäure oxydiren, auf Kalkkarbonat oder kalkkaltige Mineralien (s. S. 448); aus Wirkung von Quellen oder Gewässern mit freier Schwefelsäure auf Kalkstein oder kalkhaltige Mineralien (s. S. 451); aus Meerwasser,[1]) salzigen Binnenseen und Thermen.[2]) Aus der Einwirkung von schwefliger Säure, die sich zu Schwefelsäure oxydirt, auf sublimirtes Chlorcalcium geht am Vesuv Anhydrit und Gyps hervor (s. S. 415). Brände in Kohlenlagern oder in Gruben, die auf Kiese führenden Erzlagerstätten bauen, liefern Gyps, der sich auch in alten Hüttenschlacken findet,[3]) selten in Blasenräumen des Basaltes am Westberge bei Hofgeismar.[4])

Aehnlich wie Kalkspath schliessen Gypskrystalle bisweilen sehr bedeutende Mengen (40—60 pCt.) Sand ein, so bei Ouargla, Tuggurt, Oued-Souf, Ghadames; bei Paris.[5]) Gypsstalaktiten, wie manche Kalkstalaktiten aus einem einzigen Krystallindividuum, mit durchgehender Spaltung, bestehend, finden sich nach v. Fritsch und Reiss in den Kalkbrüchen des Ilheo do Baixo bei Porto Santo, Madeira-Gruppe.[6])

Die Dornsteine des ersten Falles der Salinen, welche sich aus zum Theil ursprünglich wärmeren Soolen absetzen, bestehen je nach der Zusammensetzung der Soole vorzugsweise aus Kalkkarbonat oder aus Gyps. Zu den ersteren gehören die Dornsteine von Nauheim und die von Höppe bei Werl, in welchen Bischof fand: 94,31 pCt. $Ca\,O\,C\,O^2$; 1,85 pCt. $Mg\,O\,C\,O^2$; 2,43 $\ddot{F}e$; 1,91 eisenhaltige Kieselsäure neben Spuren von Gyps und Kochsalz. Sie sind dicht und ockergelb und führen an einigen Stellen graue papierdicke Ringe, die mit den ockergelben Ringen abwechseln.[7]) Nach der von Huyssen[8]) mitgetheilten Analyse enthielt die Soole 1828 in 1000 Theilen in 80,7 Festem 76,195 Chloride, darunter 74,244 Cl Na, ferner 3,357 pCt. Kalksulfat, 0,549 $Ca\,O\,C\,O^2$, 0,299 $Fe\,O\,C\,O^2$. Auch die Dornsteine[9]) der Saline Neusalzwerk (Soole[10]) in 1000 Theilen 1,07 $Ca\,O\,C\,O^2$; 0,067 $Fe\,O\,C\,O^2$; 34,366 Cl Na) bestehen nach Bischof in den ersten Gradirwänden aus Kalkkarbonat mit soviel Eisenoxydhydrat, dass sie wie Eisenocker aussehen. Sie zerbröckeln meist unter den Fingern und haben ein erdiges Ansehen. Die pfälzischen Soolquellen, welche nur eine Spur von Sulfaten und wenig Karbonate enthalten (s. S. 443), setzen keine Dornsteine, sondern an den Gradir-

[1]) Im Bereich des Wellenschlages auf Gomera mit Seesalz zusammen abgesetzt. v. Fritsch und Reiss. — [2]) Nöggerath fand in der Nähe der Thermen von Burtscheid Gyps abgesetzt. Jahrb. Miner. 1846. 457. — [3]) Hausmann. Miner. II. 1157. — [4]) ib. 1159. — [5]) Delesse et Laugel. Revue de géol. III. 168. 1865 — [6]) Geol. Beschreibung der Insel Tenerife. 1868. 479. — [7]) Chem. Geol. I. 127 und III. 44. (Ed. I. 2. 1047). — [8]) Zs. geol. Ges. 7. 584. 1855. — [9]) Chem. Geol. I. 127. Die Dornsteine der letzten Fälle bestehen aus Strahlgyps. ib. Edit. I. 2. 1046. — [10]) Bischof. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. für 1851. 761.

wänden nur wenig Schlamm (Kalkkarbonat und Eisenoxydhydrat) ab.[1]) Von den zahlreichen Untersuchungen der Dornsteine mögen nur folgende als Typen angeführt werden: 1. Dornstein wesentlich aus Kalkkarbonat, 2. Dornstein wesentlich aus Gyps bestehend. Unter I. und II. sind die Analysen der entsprechenden Soolen gegeben. Es enthalten

	1000 Theile Soole. I.	100 Theile Dornstein. 1	1000 Theile Soole. II.	100 Theile Dornstein. 2.
Ca O C O²	0,340	76,291	0,13	0,483
Mg O C O²	0,038	1,591	0,02	0,099
Fe O C O²	0,029	—	—	—
Ca O S O³	2,840	3,237	5,68	76,831
Na² O S O³	1,530	2,090	0,64	0,155
K² O S O³	1,480	0,827	0,83	0,462
Cl Na	102,840	2,703	74,87	0,122
Cl² Mg	1,700	—	1,67	—
Si O²	0,020	2,285	0,02	0,150
Äl	Spur	0,456	0,03 a	0,438 a
Organ. Substanz	0,010	1,208	—	s. Wasser
	110,827	F̈e 1,923	0,01	0,107
		Wasser 1,202	—	21,153 b
Wasser bei 100⁰ entwichen		6,187	—	—
		100	83,90	100

a. Thonerdesulfat, b. Wasser und organische Substanz beim Glühen entwichen.

I. und 1. Schönebeck. I. Soole aus 162 Fuss Schachtteufe des Schachtes 3 (1841). 1 Dornstein. Ganz dünne Schalen, Kalksulfat darin als Gyps; Thonerdemenge sehr gross (0,029 Fe O C O² = 0,020 F̈e).

II. und 2. Dürrenberg (1839). Dornstein etwas schmutzig braungelb; innen krystallinisch; aussen deutliche Krystalle. Aehnlich wie der Dornstein 2 sind auch die Dornsteine von Artern, Kösen, Kötschau, Teuditz (Prov. Sachsen) zusammengesetzt, ebenso die des zweiten und dritten Falles der Schönebecker Saline (95—96 pCt. Kalksulfat), während die unter 1 angeführten vom ersten Falle stammen.[2]) Zuerst fällt dort also das Kalkkarbonat, dann der Gyps nieder, so dass die ein Mal gefallene Soole nur noch Spuren von Karbonaten enthält. In Dürrenberg enthält selbst drei Mal gefallene Soole (231,23 Festes in 1000 Theilen) noch 0,17 Karbonate und 4,78 Kalksulfat. Nimmt man Kalkkarbonat als 100 und berechnet Eisenoxyd auf Eisenoxydulkarbonat, so enthält:

[1]) Laspeyres. Zs. geol. Ges 20. 171. 1868. — [2]) Heine in Karsten und von Dechen. Archiv. 1845. 19. 96, 104, 175 und 181. Vergl. Hermann. Ueber die Veränderung in der Zusammensetzung der Schönebecker Soole bis zum Jahre 1845. ib. 20. 213. 1846. Auch die Dornsteine der Saline Sülz, Mecklenburg, bestehen nach Virck (Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 813) aus Gyps.

	I.	1	II.	2
$CaOCO^2$	100	100	100	100
$MgOCO^2$	11,76	2,09	15,38	20,46
$FeOCO^2$	8,53	3,63	11,15	32,12
$CaOSO^3$	835,29	4,21	438,46	15907,88
SiO^2	5,88	2,97	15,38	31,06
Cl Na	30248	3,54	57592	25,26

Absatz von Schwerspath und Coelestin.

Schwerspath kann sich nicht nur aus Lösung absetzen, sondern auch aus Barytkarbonat und löslichen Sulfaten (s. S. 186), endlich aus Schwefelbarium hervorgehen. Er bildet auch das Bindemittel von Sandsteinen und Arkose. W. Niccol fand in einem Schwerspathkrystall bedeutende, mit Flüssigkeit erfüllte Hohlräume, deren einer beim Oeffnen Krystalle von Schwerspath lieferte.[1]) Richardson[2]) fand im Absatz eines klaren, aber nicht analysirten Quellwassers der Steinkohlengrube Walker, das sich beim Stehen an der Luft trübte, a:

	$BaOSO^3$	$SrOSO^3$	$CaOSO^3$	$\ddot{Al}$	$\ddot{Fe}$	SiO^2	Wasser	
a.	90,01	—	3,04	—	0,30	2,65	3,51	= 99,51
b.	93,43	2,63	2,40	0,60	0,38	0,56	0,30	= 100,32.

In den Absätzen der Source Marie von Bussang, Vosges, fand Braconnier bis 3 cm grosse Schwerspathkrystalle (b), in deren Zwischenräumen sich ein Gemenge von Schwerspath und Eisenocker (mit 0,72 pCt. Arsensäure) abgelagert hatte.[3]) Nach Jutier findet sich in Fontaines-Chaudes und Chaudeau auf den Spalten, aus welchen diese Thermen hervortreten, grosse Schwerspathkrystalle.[4]) Auch an andern Orten beobachtet. Den viel sparsameren Coelestin, für welchen dasselbe gilt wie für Schwerspath, beobachteten W. und Th. Herapath im Niederschlag einer Wasserröhre in Bristol.[5]) Stoddart wies in der Asche der Pflanzen, die dort auf Coelestin führenden Keupermergeln gewachsen waren, Strontian nach.[6])

Absatz von Flussspath.

Einschlüsse von Wassertropfen, von Bleispath, Steinmark, Wismuthocker u. s. w., Einmengung von Thon, Vorkommen in Cannelkohle, in Mandelsteinen, in Sedimenten, als pseudomorphosirend, als Versteinerungsmittel, Absatz aus Thermen beweisen, dass Flussspath aus Lösung (s. S. 57) abgesetzt werden kann. Er verkittet in den Gängen bei Freiberg Bruchstücke verschiedenartiger Mineralien und umgibt in Eubaer Gängen Brocken des Nebengesteins in stenglig

[1]) Berzelius. Jahresber. f. 1826. 198. — [2]) Rep. Brit. Assoc. f. 1863. 54. — [3]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. XIII. 224. 1877. — [4]) ib. II. 46. 1862. — [5]) Jhb. Miner. 1853. 175. — [6]) ib. 1876. 867.

strahliger Anordnung.[1] Glückselig erwähnt von Schlaggenwald Flussspath, der auf Desmin sitzt.[2]

Kryolith.

Wahrscheinlich gehört hierher auch der Kryolith = 6 Na Fl + $Al^2 Fl^6$. Er findet sich in Ivitut, Arsukfjord, Westgrönland, als etwa 80 Fuss mächtiges Lager in einem Granitgneiss mit Quarzadern. Der der Oberfläche näher fast farblose Kryolith wird in etwa 15 Fuss Tiefe blaugrau, fast schwarz, welche Färbung bei schwacher Erhitzung verschwindet. Taylor nimmt daher an, dass ursprünglich die ganze Masse schwarz war. Neben reinem Kryolith kommt mit Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Spatheisen, Quarz, Flussspath, Kalkspath gemengter vor. Er enthält eine Ader von dunkelpurpurfarbenem Flussspath. Eine breite Ader aus Quarz und Feldspath zwischen dem Granitgneiss und der Hauptmasse des Kryolithes wird von Kryolithadern durchkreuzt; in dieser und der umgebenden Masse liegen Krystalle von Columbit, Zinnstein, Blende, Molybdänglanz, viel Bleiglanz, Eisenspath, Kupfer-, Schwefel- und Arsenkies. Eine grosse Ader von schwarzem Kryolith enthält Kupferkies, Arsenkies und rothen Feldspath.[3] In den Hohlräumen des Kryolithes findet sich Pachnolith, Hagemannit, Arktusit (s. S. 211). Wenn Kryolith aus Lösung abgesetzt ist, so enthielt diese ausserdem viele andere Substanzen gelöst.

Absatz von Oxyden und Oxydhydraten.

Während alle Oxydhydrate[4] stets auf neptunischem Wege entstehen, wird nur ein Theil der Oxyde immer in dieser Weise gebildet. Dahin gehören: Rothkupfererz, Melaconit, die Bleioxyde, Hydrargyrit, Hausmannit, Crednerit, Braunit, Arsenolith, Claudetit, Antimonblüthe, Senarmontit, Wismuthocker, Pyrolusit, Cervantit, Tellur-, Molybdän- und Wolframocker. Andere Oxyde entstehen in mehr als einer Weise und dahin gehören namentlich Magneteisen, Ceylanit, Eisenglanz, Quarz. Die Pseudomorphosen nach diesen und in diese Mineralien, ihr Vorkommen in Sedimenten, in Mineralien, welche nur auf neptunischem Wege entstehen, und als Versteinerungsmittel, die in ihnen vorkommenden Einschlüsse von Mineralien beweisen für Bildung auf neptunischem Wege. Northrop und Withney[5] fanden in Höhlungen von Achaten und Chalcedonen eine milchige Flüssigkeit, welche beim Verdampfen des Wassers farblose, $1^1/_2$ Linien lange Quarzkrystalle lieferte.

Die in Säure schwer löslichen Thonerdehydrate Diaspor ($\ddot{\text{Al}}$ + aq) und Hydrargillit (Gibbsit = $\ddot{\text{Al}}$ + 3 aq) kommen auch in stalaktitischen Formen vor. Fällt auch Alkali- und Kalkkarbonat aus Thonerdesulfat Thonerdehydrat, entstehen auch jene beiden Mineralien aus Korund (s. S. 230), so bietet ihre

[1]) Frenzel. Min. Lex. f. Sachsen. 114. — [2]) Zs. geol. Ges. 16. 144. 1864. — [3]) Benzon in Hofmann. Ber. über die Entwickelung d. chem. Industrie. 1875. 665. — [4]) Durch Sublimation gebildet findet sich Sassolin. Aus sublimirten Chloriden (Fluoriden) gehen Oxyde und Oxydhydrate hervor (s. S. 416). — [5]) Sill. Amer. J. 8. 282. 1824. Vergl. Schafhäutl in Jahrb. Miner. 1845. 859.

Bildungsweise doch der Erklärung grosse Schwierigkeiten. Bauxit, wesentlich ein Thonerdehydrat mit 30—75 pCt. Thonerde und von sehr ungleicher Zusammensetzung, häufig mit geringem Vanadingehalt, findet sich in Frankreich pisolithisch, bisweilen in einer thonigen, durch Eisenoxyd gerötheten Masse, oder dicht. Coquand,[1]) der Bauxit mit pisolithischem Kalk wechsellagernd fand, führt die Bildung auf Mineralquellen zurück. Bauxit von der Wochein, Krain, ist dicht, hat muschligen Bruch und fühlt sich fettig an.

Absatz der Phosphate, Arseniate, Chromate, Vanadate, Molybdate, Wolframiate, Antimoniate, Borate.

Ausser den Seite 215 und Seite 282 erwähnten sekundären Phosphaten und Arseniaten und den in Guano auftretenden Phosphaten lässt sich für die meisten wasserfreien und für alle wasserhaltigen Phosphate, so wie für alle Arseniate Absatz aus Lösung mit Sicherheit nachweisen (s. S. 58). Sicher aus Lösung abgesetzte Apatite fanden sich nach Glückselig, wenn auch selten, in Schlaggenwalde als Stalaktite. Sie sind immer mit einer Röhre versehen, welche oft mit blauem Flussspath erfüllt ist, und tragen aussen Cubooktaeder von blauem Flussspath.[2])

Ueber die Absätze von arsensaurem Eisenoxyd aus Thermen siehe bei Quellabsätzen, über die Bildung der Arseniate aus Arseniden der Metalle siehe Seite 278. Skorodit ($\ddot{\overline{Fe}} As^2 O^5 + 4$ aq) findet sich nach Hermann als ockerfarbene harte Kruste auf Topasen, Beryllen, Quarzen und als grüner stalaktitischer Sinter in Nertschinsk,[3]) nach Boussingault sinterartig auf einem Gold führenden Gange zu Loaysa bei Marmato, Neugranada.[4]) Ein weisser Eisensinter vom tiefen Fürstenstollen bei Freiberg besteht nach Kersten[5]) aus $2\ \ddot{\overline{Fe}} + As^2 O^5 + 12$ aq. Absätze von Phosphaten und Arseniaten mit Sulfaten (wie Diadochit, Beudantit, Pittizit) sind in Kap. VII. angeführt. Auf Grube Alte Hoffnung Gottes zu Grossvoigtsberg beoabachtete von Weissenbach die Abscheidung des festen Pittizites aus der bräunlich- bis hyazinthrothen Lösung.[6]) Im Vitriolbergwerk bei Schriesheim setzen sich nach Benecke und Cohen aus den Tropfwassern Kalkmilch, Brauneisenocker, Gypsnadeln und hohle Stalaktiten von arsenhaltigem Eisensinter ab, die in der Grube selbst weich sind, an der Luft aber bald erhärten. Sie sind schalig, licht leder- bis isabellgelb, geben an kochendes Wasser den grössten Theil der Schwefelsäure ab und enthalten $7{,}_{32}$ Schwefelsäure; $8{,}_{99}$ Phosphorsäure; $21{,}_{43}$ Arsensäure; $50{,}_{55}$ Eisenoxyd und $11{,}_{70}$ Wasser.[7])

Nach ihrem Vorkommen sind die Chromate, Molybdate, Vanadate, Wolframiate, Antimoniate, Borate (s. S. 488) aus Lösung abgesetzt, wenn auch die spezielle Entstehungsweise nicht immer anzugeben ist. Volborthit findet sich

[1]) Bull. géol. (2) 28. 106. 1871. Gehalt an Thonerde, Wasser, Eisenoxyd und Kieselsäure ist in den Bauxiten sehr ungleich. — [2]) Zs. geol. Ges. 16. 139. 1864. — [3]) J. pr. Chem. 33. 95. 1844. — [4]) Hausmann. Mineral. 1021. — [5]) Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1875. 347. — [6]) Hausmann. Miner. 1023. — [7]) Geognost. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. Heft I. 1879. 86.

nach Planer in versteinerten Holzstämmen. Für die Bildung eines Theiles dieser Mineralien ist an die Versuche von Drevermann zu erinnern: Lösungen, welche durch gegenseitige Einwirkung die gesuchte Verbindung hervorbringen sollen, werden durch Diffusion langsam gemischt.[1] Das Oxydationsmittel, welches Chromoxyde in Chromsäure, Schwefelmolybdän in Molybdänsäure,[2] Antimonverbindungen in Antimonsäuren umwandelte, wirkte nicht bei hoher Temperatur, wie sich aus dem Vorkommen ergiebt.

Absatz von Silikaten.

Die als Pseudomorphosen auftretenden Silikate sind in diesen Fällen sicher auf nassem Wege entstanden, womit für andere Vorkommen die Bildung desselben Minerals in anderer Weise, namentlich durch Erstarrung aus Schmelzfluss, nicht ausgeschlossen ist. Eine Reihe wasserfreier und wasserhaltiger Silikate entsteht nach ihrem Auftreten nur auf neptunischem Wege; dahin gehören die Gruppen des Serpentins (s. S. 133), des Kerolithes (s. S. 299), des Kaolins (s. S. 157), des Hisingerites (s. S. 238), des Talks und Specksteins (s. S. 11), des Chlorites und der wasserhaltigen Eisenoxydsilikate (s. S. 374); ferner Grünerde, Glaukonit, Willemit, Kieselzinkerz, Kieselwismuth und andere, endlich die allermeisten Vorkommen der Zeolithe. Für andere Mineralien, wie für Orthoklas, Albit, Glimmer, Epidot, Fassait, Turmalin u. s. w., die in gewissen Fällen nach ihrem Vorkommen nur aus Lösung abgesetzt sein können, fehlt die Kenntniss der Zusammensetzung der gewiss complicirten Lösung, da sie in Wasser oder kohlensaurem Wasser nicht löslich, sondern nur angreifbar sind. Seit Daubrée in geschlossnen Glasröhren bei 400° aus Wasser und Glas neben Quarzkrystallen Wollastonit herstellte; aus concentrirtem Wasser von Plombières und Glas Diopsidkrystalle; aus demselben Wasser und Kaolin „ein krystallinisches, Glas ritzendes, von Salzsäure nicht zersetzbares Silikat aus Thonerde und Alkali, das alle Charaktere des Feldspathes hat“,[3] scheint der Weg angedeutet, auf welchem wasserfreie Silikate aus Lösung entstehen. Dass man dabei in der Natur ähnliche Bedingungen, wie Temperatur, Druck, voraussetzen muss, ist klar. Aus dem Vorkommen in der Natur lässt sich jedoch das Vorhandensein dieser Bedingungen nicht immer erkennen; es muss noch andere Wege geben, auf denen wasserfreie Silikate aus Lösung abgesetzt werden können. Nicht oft lässt sich mit solcher Sicherheit wie für Epidot vom Storchberg bei Zöptau der Absatz aus Lösung nachweisen. Der Epidot ist auf Bruchflächen abgesetzt, welche die Krystalle ergänzen.[4] Oder wie für den Feldspath, den R. Göppert in einem Stamme des permischen Araucarites saxonicus beobachtete.[5]

Die Ansichten über die Bildungsweise der vorzugsweise aus wasserfreien Silikaten bestehenden Gesteine gehen in Folge der verschiedenen Ansichten über die Bildungsweise der Gemengtheile weit auseinander und ist

[1] Ann. Chem. Pharm. 89. 11. 1851. — [2] MoS^2 reduzirt aus Goldchlorid Gold, während Molybdän gelöst wird. Cossa. — [3] Bull. géol. (2) 15. 103. 1858. — [4] v. Zepharovich. Min. Lex. f. Oesterreich. II. 123. — [5] Will. Jahresber. Chem. f. 1863. 810.

an anderer Stelle zu erörtern. Von noch fortgehenden Absätzen wasserhaltiger Silikate mögen folgende erwähnt werden. In der Grube Himmelfahrt bei Freiberg fand Kersten[1]) auf dem Gneiss in der Nähe der Kunstsätze, durch welche die Grubenwässer gehoben werden, hellbraune, Gyps ritzende, 2—4 Linien dicke Sinter (sp. G. 2,28), welche im Mittel bestanden aus: 18,53 Kieselsäure; 21,95 Eisenoxyd; 25,80 Manganoxyd; 32,91 pCt. Wasser = 99,19, etwa $\dddot{R} + Si\,O^2 + 6\,aq$; $\ddot{R} = 5\,\ddot{Fe} + 6\,\ddot{Mn}$. Sie enthalten noch Spuren von Gyps, Zink- und Kupferoxyd-Sulfat. Salzsäure schied aus ihnen viel Kieselgallert ab. Die Grubenwasser enthalten ausser Kieselsäure, Kalk-, Eisen- und Manganoxyd-Sulfat freie Schwefelsäure. Kersten leitet diese Lösung aus den dort vorkommenden Mineralien (Schwefelkies, Flussspath, Quarz, Mangan- und Braunspäthen) ab und fand, dass kieselsäurehaltiger Flussspath durch das Grubenwasser zersetzt wird.

Im Beton eines römischen Bassins der Thermen von Saint-Honorée, Nièvre, fand Daubrée einen weissen, blättrigen, nicht homogenen Absatz, der neben Gyps, Chloriden der Alkalien und organischen Salzen enthielt: 76,60 Kieselsäure; 12,60 Thonerde; 2,30 Eisenoxyd: 1,80 Kalk; 6,30 Wasser; Magnesia, Spur.[2]) Die Thermen von Plombières, Bourbonne-les-Bains, Bourbon-l'Archambault, Cauterets setzen dem Halloysit ähnliche Verbindungen ab, „Bergseife".

Glaukonit.

Das in allen Sediment-Formationen auftretende und noch jetzt sich bildende, schwach doppeltbrechende, körnige, grünliche, oft als Steinkern von Foraminiferen erscheinende Mineral hat sehr wechselnde, der Grünerde ähnliche Zusammensetzung. Kieselsäure, Eisenoxyde, Kali, Wasser fehlen nie, Thonerde und Magnesia sind häufig. Kalk findet sich sparsam und selten. Als Typen mögen folgende Analysen dienen:

	1	2	3	4	5	6
Kieselsäure	54,18	58,17	53,46	49,5	47,6	57,56
Thonerde	7,15	10,09	5,00	3,2	4,2	6,56
Eisenoxyd	—	—	—	22,2	21,6	—
Eisenoxydul	20,16	18,75	21,78	6,8	3,0	20,13
Magnesia	4,08	3,37	6,21	—	1,4	1,70
Kalk	—	—	—	—	2,4	1,04
Kali	7,97	3,37	8,79	8,0	4,6	4,88
Wasser	5,74	6,25	4,76	9,5	14,7	8,17
	99,28	100	100	99,2	99,5	100,04

1. Pisani. Villers-sur-Mer, Calvados. Aus unterer Kreideformation. Des Cloizeaux. Minér. I. 542.
2. v. Dechen. Aus Grünsand von Büderich, zwischen Unna und Werl. Verh. natur. Ver. Rhl. Westf. 12. 176. 1855.

[1]) J. pr. Chem. 22. 1. 1841. Karsten und v. Dechen. Archiv. 19. 756. 1845. — [2]) Compt. rend. 83. 422. 1876. Nach O. Henry enthält die Therme 0,674 Festes in 1000 Th. Wasser.

3. v. der Marck. Aus Grünsand bei Dortmund. ib. 266.
4. Haushofer. Kressenberg. Nummulitenformation. J. pr. Chem. 97. 353. 1866.
5. Haushofer. Benedictbeuern. Muschelkalk. ib.
6. Mallett. Coal Bluff, Alabama. Kreideformation, sp. G. $2{,}_{297}$. Dana. Miner. 463.

v. Pourtalès[1]) fand, wie schon Ehrenberg und Bailey nachwiesen, dass die Erfüllung der Kammern von Polythalamien mit Glaukonit noch heute auf dem Meeresboden fortgeht. Man findet miteinander vermengt: ganz frische Schalen; andere unversehrte, deren Kammern mit einer rostgelben Masse erfüllt sind; andere mit schon geborstener Schale und grünlich werdender Füllmasse; endlich die Masse selbst, ohne Spuren von Schalen, bisweilen noch deutlich ihren Ursprung als Ausguss der Schalenkammern zeigend. Endlich ballt die Masse zusammen und verliert alle diese Kennzeichen. v. Pourtalès fand Glaukonitbildung in der Tiefe an den Küsten von Georgia und Süd-Carolina.

Absatz von Zeolithen.

Die, wie die zahlreichen Pseudomorphosen (s. S. 394) zeigen, leicht umwandelbaren Zeolithe sind fast stets aus Lösung abgesetzte Gebilde, die ihren Hauptsitz in den Drusenräumen, Klüften und Mandelsteinen älterer und jüngerer Eruptivgesteine und in den entsprechenden Tuffen haben, namentlich der Augitsyenite, Melaphyre, Augitporphyre, Teschenite und Pikrite, Phonolithe, Leucitophyre, Nephelinite, Dolerite und der diesen letzten drei Gesteinen entsprechenden Basalte. Aber sie treten auch in krystallinischen Schiefern, in Erzlagerstätten, Contaktbildungen, Sedimenten, pseudomorph nach wasserfreien Silikaten, wenngleich sparsamer, auf. In den Contaktbildungen von Csiklova, dem bekannten Wollastonitgestein, findet sich nach Peters Apophyllit, in dessen Nähe der Wollastonit mehr rissig und gelblich ist und keinen kohlensauren Kalk mehr enthält, der in den Silikaten des unveränderten Contaktgesteins niemals fehlt. Der Apophyllit füllt entweder die nach Auflösung des Kalkspathes hinterbliebenen Hohlräume oder überzieht die narbigen und zerfressenen Ueberreste desselben.[2]) In dem ähnlichen Contaktgesteine von Valle Sacca bei Rezbanya findet sich nach Peters Desmin; vom Wollastonit, wenn er überhaupt vorhanden war, ist keine Spur übrig.[3]) In der Creta[4]) der Cyclopeninseln findet sich in der Nähe der umändernden Doleritbasaltlava Analcim. In dem durch Basalt umgewandelten Süsswasserkalk von Puy de la Piquette kommt nach Gonnard[5]) von Apophyllit begleitet Natrolith vor. In den Thonschiefern von Andreasberg finden sich Apophyllit, Analcim, Heulandit, Desmin

[1]) Petermann. Geograph. Mitth. 1870. 397. — [2]) Jahrb. Miner. 1861. 446. vergl. S. 296. — [3]) Ber. Wien. Akad. 44. 138. 1861. — [4]) Thon aus $52{,}_{07}$ Kieselsäure; $27{,}_{24}$ Thonerde; $9{,}_{0}$ Eisenoxyd; $5{,}_{96}$ Kalk; $2{,}_{55}$ Magnesia und $2{,}_{17}$ Wasser bestehend. Rammelsberg. Handb. Mineralchem. 1860. 804. — [5]) Jahrb. Miner. 1876. 869. Schon von G. Leonhard (ib. 1841. 393) angeführt. „Apophyllit in Röhren der Indusia tubulata."

(Stilbit), Gmelinit, Harmotom, Chabasit, Phakolith;[1]) in den Thonschiefern von Eule, Böhmen, Laumontit;[2]) auf Kalkschiefer von Barèges Brewsterit.[1]) An den Ralligflühen kommt in Taviglianazsandsteinen, welche freilich vielleicht den Tuffen zuzurechnen sind, Laumontit vor,[3]) nach v. Seebach auf der Oberfläche und in Klüften von Thoneisensteinblöcken des Weenzer Bruches bei Duingen, welche wahrscheinlich den Gargasmergeln des Gault angehören, Analcim.[4]) Laumontit verkittet nach vom Rath im Drun bei Sedrun, Graubünden, Quarz, Kalkspath, Adular, Chlorit und ist dort mit Desmin die jüngste Bildung.[5]) Gonnard (l. c.) und Blum fanden am Puy de Monton, Auvergne, die Rinde verkohlter, in basaltischem Conglomerat liegender Hölzer aus Natrolith gebildet und das Holz mit Natrolith durchdrungen. Grandjean fand in Grube Alexandria bei Marienberg, Nassau, Chabasit auf Braunkohlenfasern und breitgedrückten Holzstückchen, ebenso an Braunkohlenstückchen im Sohlthon der Grube Gute Hoffnung bei Westerburg, Gerechtigkeit bei Stahlhofen und Concordia bei Unnau.[6]) Im Surturbrand von Husavik, Island, sah Sartorius grünen Xylochlor, wahrscheinlich unreinen, Karbonate enthaltenden Apophyllit.[7]) Apophyllit kommt in Chappel, Fife, im Kalk neben Opal als Ausfüllung von Strophomena aculeata, Analcim in den Höhlungen von Ammonites excavatus vor.[8]) Auch in den von heissen Quellen herrührenden Absätzen finden sich Zeolithe, wie Apophyllit, Stilbit;[9]) der letztere rührt, wie die im Folgenden angeführten Bildungen, von Wirkungen auf ein Vorhandenes her. Die Thermen von Plombières, welche $0{,}_{3}$—$0{,}_{6}$ Festes in 1000 g, wesentlich Natronsulfat, daneben Silikate von Alkali und Kalk, Kieselsäure und Fluor enthalten, haben nach Daubrée in dem aus Bruchstücken von Ziegelsteinen und von Buntsandstein und Kalk bestehenden römischen Beton der Quellenleitung eine Reihe von Zeolithen gebildet. Im Kalk entstand Apophyllit und Kalkharmotom, in den Ziegeln Chabasit, Kalkharmotom und ein grünes wasserhaltiges Silikat mit 2 pCt. Eisenoxydul. Ausserdem kommt dort wahrscheinlich noch Gismondin und Skolezit vor, sicher Hyalit, Aragonit, Kalkspath, Eisenspath, Flussspath, ein Hydrokarbonat der Magnesia und faseriger Plombierit[10]) $= CaO\,SiO^2 + 2\,aq.$ In den Ziegelsteinen findet sich auch Tridymit.[11]) In dem Kies, den das Wasser durchdringt, ehe es an den Beton gelangt, sind keine Silikate und Zeolithe abgesetzt: ein Beweis, dass die zur Bildung der Zeolithe nöthigen Stoffe nicht im Wasser enthalten sind, dass vielmehr die Zeolithe nur durch Wirkung auf Vorhandenes entstanden. Jutier und Lefort fanden dort römische Kupfermünzen in grünblaues Kieselkupfer umgewandelt, das $31{,}_{71}$ pCt. Kieselsäure; $41{,}_{71}$ pCt. Kupferoxyd und $20{,}_{78}$ pCt. Wasser enthält.[12]) Daubrée

[1]) Nach Des Cloizeaux. Minér. — [2]) Jahrb. geol. Reichsanst. 14. Verh. 39. 1864. — [3]) Jahrb. Miner. 1865. 478. — [4]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 746. — [5]) Zs. geol. Ges. 14. 441. 1862. — [6]) Pseudom. II. 131. — [7]) Vulkan. Gest. 297. — [8]) G. Leonhard. Jahrb. Miner. 1841. 393. Haidinger. Taschenb. f. Miner. 1828. 642. — [9]) Vergl. bei Absätzen der Kieselquellen. — [10]) Bull. géol. (2) 16. 578. 1889. Die Absätze der Quellen (Temperatur 73°) enthalten neben 60 pCt. Kieselsäure Natron, Kalk und Schwefelsäure. — [11]) ib. (3) 4. 523. 1876. — [12]) Delesse und Laugel. Revue de géol. II. 49. 1862.

fand in einem dem obigen ähnlichen, römischen Beton der Quellenleitung von Luxeuil (Haute-Saône) Chabasit abgesetzt.[1]) Die Quellen (46°) enthalten neben Natronsalzen und Kieselsäure Karbonate von Kalk und Magnesia. Auch in den Ziegeln des Betons der römischen Leitung der Quellen von Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne) fand Daubrée Chabasit abgesetzt,[2]) in einem aus Ziegelsteinen und Kalkcement bestehenden Beton der Umgebung von Oran, Algerien, durch Einwirkung der Thermen ausser spitzen Kalkspathrhomboedern Chabasit und Harmotom gebildet. Sie finden sich bald im Kalk, bald in den Hohlräumen der Ziegelsteine, Chabasite namentlich auf den Holzstücken des Betons.[3])

Absatz der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen der schweren Metalle.

Aus der Löslichkeit des Jod-, Brom- und Chlorsilbers in den Lösungen der entsprechenden Jodide, Bromide und Chloride der Alkalimetalle erklärt sich der Absatz. Nach Versuchen von Moesta wird Schwefelsilber durch Chlornatrium, besonders bei Gegenwart von Chlormagnesium, durch Wasserdampf bei 100°, schneller bei höherer Temperatur, in Chlorsilber umgewandelt. Ebenso wird ein Gemenge von Schwefelsilber und Jodkalium mit Wasserdampf in Jodsilber umgesetzt, das von Gediegen-Silber begleitet ist. Gegenwart von Schwefelkies erleichtert die Bildungen. Geschwefelte Silbererze, Meerwasser und erhöhte Temperatur können daher die obigen Silbererze liefern.[4]) Silbermünzen, die lange in der Erde und im Meerwasser gelegen haben, zeigen eine Rinde von Chlor-, zum Theil von Bromsilber; aus Gediegen-Silber kann daher bei Gegenwart von Chlornatrium Chlorsilber hervorgehen. Für die Löslichkeit desselben in Chlornatrium spricht auch die Bildung des Huantajayites ($AgCl + 20 NaCl$, s. S. 205). Wenn wirklich die oben genannten Silbererze vorzugsweise in den oberen Teufen vorkommen, so würde damit ein weiterer Beweis für ihre sekundäre Bildung gegeben sein.

Nach Field bildet sich in Chile an der Seeküste Atacamit aus Kupferkies,[5]) nach Haidinger (s. S. 207) kann Atacamit auch aus Gediegen-Kupfer hervorgehen, wie er sich denn auch an ägyptischen Antiken als sogenannter edler Rost (aerugo nobilis) findet. Damit sind schwerlich die in der Natur vorkommenden Bildungsweisen erschöpft. In St. Just, Cornwall, kommt Atacamit in stalaktitischen Röhren vor.

Bischof[6]) zeigte durch den Versuch, dass aus gelöstem Bleikarbonat und Chlornatrium das in Wasser lösliche Chlorblei hervorgeht, und damit ist die Bildung von Bleihornerz und ähnlichen Verbindungen gegeben.

Quecksilberchlorür (Quecksilberhornerz, Hg^2Cl^2) ist in Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium löslich.[7]) Das Zusammenvorkommen mit Zinnober (s. S. 265) weiset auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass, wenn auch auf Umwegen, Zinnober das Ursprungsmineral des Chlorürs sei.

[1]) Bull. géol. (2) 18. 109. 1861. — [2]) ib. (3). 3. 309. 1875. — [3]) Compt. rend. 84. 158. 1877. — [4]) Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur. Marburg. 1870. 41. — [5]) Phil. Mag. (4) 24. 123. 1862. — [6]) Chem. Geol. III. 807. — [7]) ib. 747.

Absatz der Sulfuride.

Auf nassem Wege werden die Sulfuride der schweren Metalle[1]) aus sehr verschiedenartigen Lösungen abgesetzt: aus Lösung von Schwefelmetallen in Sulfureten der Alkalien und alkalischen Erden (s. S. 264 und 235); aus Lösung von Karbonaten, Sulfaten u. s. w. der schweren Metalle, die mit den eben genannten Sulfureten oder mit Schwefelwasserstoff zusammentreffen; aus Lösung von Metallsulfaten, welche durch organische Substanz zu Metallsulfuriden reduzirt worden (s. bei Absätzen vermittelt durch organische Substanz). Forchhammer und Bischof[2]) zeigten, dass Eisenoxydhydrat, mit einer Lösung von Schwefelkalium oder mit Schwefelwasserstoff behandelt, Schwefeleisen liefert. Sénarmont stellte Schwefelzink und Schwefelblei in deutlichen Krystallen dar, indem er die Schwefelmetalle in erwärmtem schwefelwasserstoffhaltigem Wasser auflöste.[3]) Pseudomorphosen der Metallsulfuride ineinander sind häufig, sparsamer bilden sie (mit Ausnahme des Eisenkieses) Pseudomorphosen nach anderen Mineralien. Die Oxysulfurete (Antimonblende, Voltzit, Karelinit, Bi S + 3 Bi O) sind stets sekundäre neptunische Mineralien.

Absatz der Sulfosalze.

Nach ihrem Vorkommen und den Pseudomorphosen sind die Sulfosalze aus Lösung abgesetzt. Da Schwefelbarium bei höherem Druck Rothgültigerz unzersetzt auflöst (s. S. 285), die Löslichkeit der Schwefelmetalle in Lösung der Sulfurete der Alkalien und alkalischen Erden vielfach nachgewiesen ist, so erklärt sich der Absatz der Sulfosalze. Oft mag die Oxydation oder Zersetzung des Lösungsmittels (etwa durch freie Säure) den Absatz bewirkt haben. Pichler erwähnt vom Ringenwechsel, Schwatz, Breccie von Schwatzerkalk durch Fahlerz verkittet.[4]) Sénarmont stellte Arsensilberblende in Krystallen dar durch Zersetzung eines Silbersalzes mittelst Schwefelarsennatrium bei Gegenwart von überschüssigem Natronbikarbonat bei 250—350^0 und in ähnlicher Weise Antimonsilberblende.[5])

Absatz der Arsenide und Antimonide.

Dass aus arsenig- und arsensauren Salzen durch Reduktion mittelst organischer Substanz Arsenide der Metalle entstehen können, ist möglich, aber nicht sicher nachgewiesen. Bischof[6]) führt ein von Plattner und Gätschmann bei Freiberg beobachtetes Vorkommen an, welches ihnen für diese Bildung zu sprechen scheint. Den Absatz aus Lösung zeigen die zahlreichen Pseudomorphosen in Arsenide und das Vorkommen derselben auf verwitterten Mineralien. Wahrscheinlich liegt in den meisten Fällen Absatz aus Lösungen in Sulfureten

[1]) Ausser diesen kommt nur Oldhamit (Ca S) in den Meteoriten vor. — [2]) Chem. Geol. I. 59. — [3]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 317. — [4]) Jahrb. Miner. 1879. 143. — [5]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 318. — [6]) Chem. Geol. III. 752 und 683.

der Alkalien und alkalischen Erden vor, oder vielleicht, wie Bischof[1]) andeutet, Fällung aus Lösung mittelst Arsenwasserstoff. Dasselbe gilt für die Mineralien, welche neben Arseniden Bisulfurete enthalten und wohl auch für die entsprechenden Gruppen mit Antimoniden. Sénarmont stellte Misspickel dar, indem er Eisensalze durch Schwefelarsennatrium bei 200—300^0 und Gegenwart von überschüssigem Natronbikarbonat zersetzte.[2])

Absatz durch Elektrolyse.

Da Arsen aus arseniger Säure leicht durch den elektrischen Strom zu reduciren ist, so ist es nach K. v. Fritsch wahrscheinlich auf diese Weise gebildet.[3]) Dasselbe nimmt er für Arsen-Antimon, Gediegen-Antimon, Gediegen-Wismuth, Gediegen-Gold, für das krystallisirte und plattenförmige Silber, für das Gediegen-Quecksilber von Moschellandsberg, für die Kupferkiesüberzüge auf Fahlerz von Clausthal und für Rothkupfererz von Cuba an. Ausserdem ist auf die Untersuchungen der beiden Becquerel zu verweisen, bei denen der elektrische Strom in vielen Fällen nicht die Entstehung der Verbindungen verursachte, sondern nur deren Absatz begünstigte, ohne eine elektrolytische Zersetzung hervorzubringen.[4])

Absätze der Thermen und Quellen.

Die Absätze der Thermen zeigen, wie die aus sehr zusammengesetzten Lösungen an der Oberfläche hervorgehenden Niederschläge beschaffen sind und in welcher Reihenfolge die einzelnen Substanzen niederfallen. In den Absätzen finden sich Bestandtheile, deren geringe Menge den Nachweis in der Lösung kaum gestattet. Die Bedingungen des Absatzes, Verdunstung und Abkühlung des Wassers, Verlust der Kohlensäure, treten bei warmen Quellen leichter und schneller ein als bei kalten. Da die ersteren meist mehr Gelöstes, namentlich mehr in Kohlensäure Gelöstes, enthalten als die letzteren, so ist bei den warmen Quellen meist der Absatz reichlicher und früher, d. h. näher der Quelle.

Von den aus der Lösung in kohlensaurem Wasser niederfallenden Karbonaten der Quellen fällt das Kalkkarbonat als Kalkspath oder Aragonit (s. S. 534). Magnesiakarbonat findet sich, selbst bei grossem Gehalt der Lösung, in diesen Absätzen in geringer Menge, da es bei Gegenwart fremder Salze (s. S. 51) noch leichter löslich ist als in kohlensaurem Wasser. Vorzugsweise aus Magnesit bestehende Quellabsätze bilden sich nirgend,[5]) nur bei gänzlichem Eintrocknen der Quellwässer könnte sich Magnesit bilden; ebenso wenig entsteht in dieser Weise Dolomit. Von entscheidendem Einfluss für die Beschaffenheit der Absätze ist die Neigung der Karbonate von Eisen- und Manganoxydul sich

[1]) ib. 684. — [2]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 318. — [3]) Die Mitwirkung elektrischer Ströme bei der Bildung einiger Mineralien. Göttingen. 1862. Nach Bischof (Chem. Geol. II. 862 und 864) entsteht Kupfer, Arsen und Antimon durch Reduktion mittelst organischer Substanz. — [4]) v. Fritsch l. c. 7. — [5]) Auch nicht bei Torre del Annunziata. Die oft citirten Angaben von Daubeny sprechen nur die Möglichkeit der Magnesitbildung aus.

höher zu oxydiren, welche bei ersterem viel grösser ist als bei letzterem. Gefälltes Eisenoxydulkarbonat oxydirt sich an der Luft soviel schneller als Manganoxydulkarbonat, dass Hahn[1]) in derselben Zeit von ersterem 36, von letzterem nur 0,18 pCt. oxydirt fand. Während Eisenoxydulkarbonat Eisenoxydhydrate liefert (s. S. 81), liefert Manganoxydulkarbonat durch Oxydation Manganoxydoxydul und Manganoxydhydrat, welche noch weiterer Oxydation fähig sind. Schon bei geringem Zutritt der Luft lässt die Lösung von Eisenoxydulkarbonat in kohlensaurem Wasser Eisenoxydhydrat fallen: Eisenoxydulkarbonat kann sich daher nur da niederschlagen, wo bei Entweichen der Kohlensäure der Sauerstoff keinen Zutritt hat, und bei beschränktem Zutritt des Sauerstoffs wird das niederfallende Karbonat mit Oxydhydrat gemengt sein. Im Gegensatz dazu erfolgt der Niederschlag aus den natürlichen Lösungen des Manganoxydulkarbonates (über die künstlichen Lösungen fehlen Angaben) fast nur durch Entweichen der Kohlensäure. Sind in der Lösung beide Karbonate vorhanden, so fällt bei Zutritt der Luft das Eisen, und zwar als Oxydhydrat, früher nieder als die Oxydationsprodukte des Manganoxyduls, wenn auch nicht absolut frei von ihnen. Sind ausserdem, wie meist in den natürlichen Lösungen, noch Kalk- und Magnesiakarbonat vorhanden, so fällt das Eisenoxydhydrat vor diesen Karbonaten, wenn auch nicht frei von ihnen, namentlich nicht von Kalkkarbonat. Mit den Karbonaten von Kalk und Magnesia fällt, bedingt durch das Entweichen der lösenden Kohlensäure, Manganoxydulkarbonat, welches, wie Fresenius am Sinter des Wiesbadener Kochbrunnens zeigte, an der Luft sich oxydiren kann: nur die äusserste Schicht des Sinters enthielt Manganoxyd. Nach Bauck besteht der Niederschag, welcher bei mehrtägigem Stehen einer Lösung von Kalk- und Eisenoxydul-Karbonat in kohlensaurem Wasser an der Luft sich bildet, zum grössten Theil aus Eisenoxydhydrat (nebst etwas Oxydul) und wenig Kalkkarbonat. Ersetzt man dieses in der Lösung durch Magnesiakarbonat, so ist der Niederschlag fast ganz frei von letzterem. Der bei Gegenwart von Chlorcalcium oder Chlormagnesium in einer Lösung von Eisenoxydulkarbonat in kohlensaurem Wasser entstehende Niederschlag enthält nur Eisenoxyd nebst Spuren von Kalk und Eisenoxydul.[2])

Wie schnell das Eisenoxydulkarbonat aus der Lösung in kohlensaurem Wasser durch den Sauerstoff der Luft ausgefällt wird, zeigen die folgenden Angaben. Fresenius[3]) fand im Wasser des Langenschwalbacher Stahlbrunnens, welches frisch in 1000 Theilen 0,37696 Eisenoxydul enthält, diese Menge = 100 gesetzt, nachdem die Luft eingewirkt hatte:

24	Stunden	nur noch	0,3305	=	87,7	pCt. der ursprünglichen Menge,
60	„	„	0,2372	=	62,9	
84	„	„	0,2004	=	53,2	

[1]) Zs. geol. Ges. 15. 271. 1863. — [2]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1860. 654. — [3]) J. pr. Chem. 64. 368. 1855. Ebenso verhalten sich die Wässer von Driburg, Homburg, Wiesbaden, Ems. Vom festen Gehalt des Wiesbadener Kochbrunnens bleiben nach Einwirkung des Sauerstoffs und Entweichen der Kohlensäure überhaupt 94,72 pCt. gelöst. (ib.)

132 Stunden nur noch 0,1508 = 40,0 pCt. der ursprünglichen Menge
156 „ „ 0,1100 = 39,0
180 „ „ 0,0808 = 31,4

Die ersten Niederschläge enthalten Phosphor- und Kieselsäure, erscheinen daher anfangs weiss, dann wird der Niederschlag gelblich, zuletzt ockerfarben, sobald nämlich nur noch Eisenoxydhydrat niederfällt. Bei dem grossen Reichthum an freier Kohlensäure genügt in diesem Falle deren Menge längere Zeit um die Karbonate von Kalk, Magnesia und Manganoxydul in Lösung zu erhalten. Sie sind daher nur in geringer Menge im Ocker der Quelle zu finden, der ausserdem noch Spuren von Baryt- und Strontiankarbonat, ferner phosphorsaures, kieselsaures und arsensaures Eisenoxyd enthält. Ob die im Ocker enthaltenen Spuren von Blei- und Kupferoxyd aus dem Thermalwasser oder aus den Metallröhren herstammen, lässt sich nicht entscheiden.[1] Von einer gegewissen Grenze ab ist die oxydirende Wirkung der Luft nach obigen Zahlen eine viel langsamere als anfangs: in den ersten 60 Stunden ist 0,13976, in den folgenden 72 nur 0,0564 Eisenoxydul oxydirt.

Wo die Thermen Karbonat oder Sulfat von Baryt enthalten, findet sich in den Absätzen Baryt als Karbonat oder Sulfat, aber nicht immer das in den Wässern enthaltene Karbonat oder Sulfat von Strontian. In den Quellabsätzen von Niederselters und Homburg ist Strontian nur in Spuren vorhanden, wohl aber Baryt. Von den im Emser Kesselbrunnen enthaltenen Karbonaten von Strontian und Baryt fällt ein Theil des Barytes als Sulfat nieder.

Mit den genannten Karbonaten und den aus ihnen entstandenen Oxyden fallen, wie schon erwähnt, die Karbonate von Baryt und Strontian, die Sulfate von Kalk und Baryt, ferner Kieselsäure, Silikate, Fluorverbindungen (Fluorcalcium u. s. w.), Eisen- und Thonerdephosphat nieder und an Eisenoxyd gebunden die Arsensäure, zugleich die Titansäure und die Oxyde der Metalle: Kupfer, Zinn, Blei, Kobalt, Zink, Antimon, Nickel u. s. w. In den Eisenabsätzen sind überhaupt kleine Mengen von Kupfer und Arsen so gewöhnlich, dass Walchner[2] sie in Brauneisen, Spatheisen, den oolitischen Eisenerzen und in den aus Ablagerungen früherer Quellen enstandenen Eisenerzen der Juraformation, in den geologisch viel jüngeren Sumpferzen, Raseneisensteinen, sogar in eisenreichen Ackererden nachweisen konnte. Zinn ist häufig in den Absätzen der Thermen vorhanden: in Wiesbaden, Soden, Homburg, Rippoldsau (Will), Alexisbad (Rammelsberg), Driburg (Fresenius), Brückenau, Kissingen (Pandur, Ragoczy, Keller), Mondorff bei Luxemburg (Kerkhoff), Liebenstein

[1]) Dasselbe gilt nach Fresenius für Kupfer- und Zinkoxyd in dem Ocker aus dem Brunnenschacht von Niederselters, sowie für Zinn-, Blei- und Wismuthoxyd im Sinter des Wiesbadener Kochbrunnens. — [2]) Ann. Chem. Pharm. 61. 206. 1847. Arsen ist mit dem Löthrohr nicht zu entdecken, weil das reduzirte Eisen das Arsen zurückhält. Die Arsensäure ist im Wasser mit Natron oder Kalk verbunden. Schon 1840 wies Schafhäutl Arsen in Eisenoxydhydraten (und in allen besten englischen, aus Dannemoraeisen hergestellten Stahlsorten) nach. J. pr. Chem. 21. 130 und 151.

(Reichardt). Nach Will's Berechnung enthalten 10 000 Theile Wasser in Rippoldsau[1])

	Josephquelle	Wenzelquelle	Leopoldquelle
Zinnoxydul	0,00025	0,00017	0,00038
Antimonoxyd	0,00016	0,00010	0,00024
Kupferoxyd	0,00104	0,00069	0,00156
Arsenige Säure	0,00600	0,00400	0,00900

Die Berechnung ist nach dem Eisengehalt des Quellwassers, dem Eisen- und Metallgehalt des Ockers angestellt. Nach Thénard[2]) enthält ein Liter Wasser der Bourboule, Montdore, 8,5 mg Arsen (= 20,09 mg arsensauren Natrons), nach Carnot 4,8 mg. Guyon fand im Thermalwasser (40°) von Bouchater, Tunis, im Liter 0,106 g Arsensäure, etwa 10 pCt. der festen Bestandtheile,[3]) Husemann im Eisenockerabsatz der Säuerlinge im Sinestrathal, Unterengadin, 8 pCt. Arsensäure.

Die gelöste Kieselsäure fällt zum Theil als solche nieder und geht in die salzsaure Lösung des Niederschlags ein, zum Theil fällt sie nieder an Basen gebunden, wie Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia. Das Verhältniss beider ist nicht überall angegeben. Aus den an Natronkarbonat reichen Thermen (siehe No. 5, 6, 7, 8 S. 568) fällt nur eine relativ geringe Menge der Kieselsäure. Aus dem Wasser des Wiesbadener Kochbrunnens (No. 11) fällt nach Einwirkung des absorbirten Sauerstoffs und bei Erhitzen nur 1,33 pCt. des Kieselsäuregehaltes nieder. Wo eisenreichere und eisenärmere Niederschläge untersucht sind, findet sich die Hauptmenge der Kieselsäure stets in den ersteren.

Die Phosphorsäure des Niederschlags ist an Eisenoxyd oder Thonerde gebunden, die Arsensäure an Eisenoxyd. In dem Maasse als sich die Niederschläge entfernter von der Quelle absetzen, nehmen Eisenoxyd, Kieselsäure, Phosphor- und Arsensäure ab, Kalk- (und Magnesia-) Karbonat nehmen zu.

Absätze aus Thermen, welche wesentlich aus Kalkkarbonat, Eisenoxyd und Kieselsäure bestehen.

Die folgenden ausgewählten Analysen von Mineralwässern und der von ihnen gelieferten Absätze[4]) weisen das Mitgetheilte im Einzelnen nach. Aehnliche Resultate geben die Analysen des Wassers und der Absätze von Teplitz (Berzelius und Stingl), des Montdor (Berthier), von Erlenbad, Petersthal (Bunsen), Driburg (Ludwig), der hier nicht aufgeführten Quellen von Vichy, von Cusset und Châteldon (Bouquet), der Herster Quelle (Fresenius), von Liebenstein (Liebig und E. Reichardt), bei Toulouse (Filhol), von Beaupréau (Andouard), von Chaumeix (Legrip), von Weinheim (G. Müller), von Freienwalde (Lasch), der Narzanquelle (R. Hermann), der Quellen von Gleichenberg (Gottlieb), der Lorenzquelle bei Leuk (Brunner und Pagenstecher), der Quellen bei Valdagno, Venetien (Filipuzzi) u. s. w.

[1]) Ann. Chem. Pharm. 61. 202. 1847. Das Arsen ist auch hier als Arsensäure und nicht, wie Will annahm, als arsenige Säure vorhanden. — [2]) Ann. Ch. Phys. (3) 42. 493. 1854. — [3]) Compt. rend. 53. 46. 1861. — [4]) Ueber Bildung von Schwefelkies in den Quellabsätzen s. bei der durch organische Substanzen bewirkten Reduktion.

Analysen

1000 Theile enthalten	1	2	3	4	5	6
Kohlens. Natron	0,87387	—	0,01457	—	3,449	3,440
Kohlens. Kalk	0,30823	1,00596	0,15369	0,8660	0,301	0,493
Kohlens. Magnesia	0,20219	0,04457	0,13998	0,0083	0,200	0,156
Kohlens. Eisenoxydul	0,00303	0,05396	0,06073	0,0539	0,003	0,020
Kohlens. Manganoxydul	0,00051	0,00811	0,01333	0,0064	Spur	Spur
Kohlens. Baryt	0,00017	—	—	—	—	—
Kohlens. Strontian	0,00218	—	—	—	0,003	0,004
Schwefels. Kali	0,04630	0,02222	0,00375	0,0160	—	—
Schwefels. Natron	—	0,36175	0,00792	0,0436	0,291	0,314
Schwefels. Kalk	—	1,04012	—	0,8668	—	—
Schwefels. Magnesia	—	0,53512	—	0,6041	—	—
Schwefels. Baryt	—	0,00015	—	0,0003	—	—
Schwefels. Strontian	—	0,00473	—	0,0080	—	—
Chlornatrium	2.33461	0,07363	0,00672	0,1810	0,534	0,534
Chlorkalium	0,01763	—	—	—	—	—
Chlorcalcium	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	—	—	—	—	—	—
Kalkphosphat	—	0,00024	—	0,0004	—	—
Thonerdephosphat	0,00043	0,00025	—	0,0003	—	—
Kieselsäure	0,02125	0,02935	0,03207	0,0358	0,070	0,065
Sonstiges	0,01510	0,00279	—	0,0037	0,399	0,360
Summa der festen Bestandtheile	3,82550	3,17794	0,43906	2,6936	5,250	5,389
Kohlensäure halbgebunden	0,61031	0,48762	0,17475	0,4079	1,754	2,096
Kohlensäure frei	2,23543	2,43384	2,98167	2,4851	0,908	1,750

1. Niederselters; 15,8⁰. Fresenius. J. pr. Chem. 103. 335. 1867.
   Sonstiges: kohlensaures Lithion, kohlensaures Ammoniak, Brom- und Jodnatrium, phosphorsaures und salpetersaures Natron. Spuren von Chlorcäsium, Chlorrubidium, kohlensaurem Kobaltoxydul, borsaurem Natron.

2. Driburg. Trinkquelle; 19⁰. Fresenius. J. pr. Chem. 98. 326. 1866.
   Sonstiges: Chlorlithium, Chlorammonium, salpetersaures Natron; Spur von Borsäure, Jod, Brom.

3. Langenschwalbach. Stahlbrunnen; 9,2—10,4⁰. Fresenius. J. pr. Chem. 64. 347. 1855.
   Spuren von phosphorsaurem und borsaurem Natron, sowie von organischer Substanz.

4. Pyrmont. Badequelle (Brodelbrunnen); 12,7⁰. Fresenius. J. pr. Chem. 95. 151. 1865.

von Thermen.

7	8	9	10	11	12	13 a	13 b	13 c	14	15
2,094	1,40635	—	—	—	—	1,26237	1,180	1,3619	0,00524	0,00613
0,440	0,15250	0,5438	1,51161	0,41804	1,481	0,30660	0,263	0,2978	0,04741	0,13064
0,240	0,11975	0,0942	0,02635	0,01039	—	0,17834	0,052	0,1240	0,00360	0,05306
0,023	0,00236	0,0074	0,02317	0,00565	0,048	0,00362	0,004	0,0028	0,00677	0,00172
—	0,00026	0,0029	0,00152	0,00059	0,015	0,00084	Spur	0,0006	0,00262	—
—	0,00101	—	—	Spur	—	—	—	—	—	0,00064
—	0,00140	—	—	Spur	—	0,00096	—	0,0008	—	0,00152
—	0,04369	—	—	—	—	—	1,220	0,1636	0 00141	0,00746
0,156	0,01555	—	—	—	—	2,58713	1,948	2,3721	0,19751	0,03294
—	—	0,0273	0,01680	0,09022	0,052	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0,00100	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0,01776	—	—	—	—	—	—	—
2,490	1,03131	2,9002	9,86090	6,83565	23,600	1,03852	1,136	1,0306	0,04765	0,04934
—	—	0,1011	0,34627	0,14580	0,524	—	—	—	—	—
—	—	0,0093	0,68737	0,47099	1,935	—	—	—	—	–
—	—	0,0055	0,72886	0,20391	0,339	—	—	—	—	—
—	—	0,0027	0,00094	0,00039	—	0,00022	—	0,0002	—	—
—	0,00020	—	—	—	—	0,00032	—	0,0004	0,00537	0,00091
0,100	0,04854	0,0671	0,02635	0,05992	0,021	0,07515	0,137	0,0728	0,03146	0,01406
—	0,00949	0,0371	0,04641	0,02111	0,010	0,00320	0,028	0,0036	—	0,00061
5,408	2,83239	3,8186	13,29731	8,26266	28,025	5,45927	5,968	5,4312	0,34903	0,29905
—	0,71915	} 2,6715	0,68933	0,19169	0,675	—	0,834	} 0,7604	—	} 0,09710
—	0,93017		1,95059	0,31653	0,928	—	—		0,00669	

Sonstiges: Jod- und Bromnatrium, Chlorlithium und Chlorammonium, salpetersaures Natron; Spur Borsäure, organische Substanz, und nur im Ocker nachweisbar: Zinkoxyd, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Blei- und Kupferoxyd, Antimonoxyd, Arsen- und Titansäure.

5. Vichy. Grande grille; 41,8°. Bouquet. Ann. ch. phys. (3) 42. 304. 1854.

Sonstiges: 0,399 = kohlensaures Kali 0,267; phosphorsaures Natron 0,130; arsensaures Natron 0,02. Spur von Borsäure, Phosphorsäure und organischer Substanz. (Spuren von Rubidium und Caesium. Grandeau, 1861; 0,0008 Br; 0,0076 Fl; Jod, Blei, Kupfer Spur; de Gouvenain, Compt. rend. 76. 1063. 1873.)

6. Vichy. Puits de l'enclos des Célestins; 23,6°. Bouquet l. c.

Sonstiges: kohlensaures Kali, phosphorsaures Natron, arsensaures Natron, Spur von borsaurem Natron und organischer Substanz.

7. St. Nectaire; $38{,}_{75}{}^0$. Berthier. Gilbert. Ann. 74. 188. 123. Eisenoxyd als kohlensaures Eisenoxydul berechnet. Nach Thénard arsenhaltig.

8. Ems, Kesselbrunnen; $46{,}_{64}{}^0$. Fresenius. J. pr. Chem. N. F. 6. 66. 1872. Geringe Mengen von kohlensaurem Lithion, Jodnatrium, kohlensaurem Ammonium, Bromnatrium, phosphorsaurem Natron; Borsäure, Fluor, Caesium, Rubidium Spur.

9. Kronthal, Nassau, Stahlquelle; $13{,}_{75}{}^0$. J. Löwe. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 771. Die Kieselsäuremenge ist als Hydrat angegeben.

Sonstiges: Arsensaurer Kalk $0{,}_{000437}$; Chlorammonium, kieselsaures Natron und Thonerde, organische Substanz = $0{,}_{087091}$.

10. Homburg vor der Höhe, Elisabethquelle; $10{,}_6{}^0$. Fresenius J. pr. Chem. 92. 456. 1864.

Sonstiges: Chlorlithium, Chlorammonium, Jod- und Brommagnesium; Spur von Caesium, Rubidium, Nickel, Kupfer, Antimon, Bor- und Arsensäure, Fluor.

11. Wiesbaden, Kochbrunnen; $68{,}_{75}{}^0$. Fresenius. Jahrb. Naturk. Nassau. 6. 174. 1850. Sp. G. $1{,}_{00666}$ bei 15^0.

Sonstiges: Arsensaurer Kalk $0{,}_{00015}$; Chlorlithium, Chlorammonium, Brommagnesium, kieselsaure Thonerde; Spur von Jodmagnesium, kohlensaurem Kupferoxyd, Borsäure, organischer Substanz. (Rubidium und Caesium. Bunsen.)

12. Nauheim, grosser Soolsprudel; $32{,}_2{}^0$; sp. G. $1{,}_{0218}$. C. Bromeis. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 1848. 1001.

Sonstiges; $0{,}_{010}$ Brommagnesium. (Rubidium, Caesium, Thallium. Böttger. 1863.)

13a. Carlsbad, Sprudel. Berzelius. Gilbert. Ann. 74. 149. 1823.

Sonstiges: Fluorcalcium $0{,}_{00320}$; kohlensaures Lithion Spur (1825).

13b. Carlsbad, Sprudel; $73{,}_{75}{}^0$. Göttl. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1856. 772.

Sonstiges: Thonerde $0{,}_{028}$. Spur von Jod, Brom, Fluor, Selen, Phosphorsäure, Borsäure, Antimon, Arsen, Gold, Kupfer, Chrom, Zink, Kobalt, Nickel, Titan, Baryt, Strontian, Lithion, organischer Substanz.

13c. Carlsbad, Sprudel; $73{,}_{75}{}^0$. Ragsky. Carlsbad, Marienbad, Franzensbad und ihre Umgebung. Prag. 1862. 76.

Sonstiges: Fluorcalcium $0{,}_{0036}$. Spuren von Jod- und Bromnatrium, Lithion, Borsäure, Rubidium, Caesium.

14. Gastein. G. Wolf. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1849. 614. Strontian, Fluorcalcium, organische Substanz Spur.

(Fluor, Caesium, Rubidium, Titansäure, Strontian, Arsen Spur, Chlorlithium $0{,}_{0027}$. Ullik. 1863.)

15. Ragaz-Pfäfers; $37{,}_5{}^0$. v. Planta-Reichenau. Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubündens. 1870. 138 und Ann. Ch. Pharm. 155. 161. 1870.

Sonstiges: Borsaures Natron 0,00038, Cl Li 0,00020, Br Na und J Na 0,00003; Caesium, Rubidium, Thallium Spur. Sp. G. 1,0003.

(Etwas abweichende Resultate erhielt L. A. Buchner. Fittica. Jahresber. Chem. f. 1876. 1302.)

	Absätze aus Thermen			
	1	2	3	10
Eisenoxyd	46,19 a 0,47	53,593	60,06	63,34 a 0,16
Manganoxydoxydul	—	0,111	0,29 *	Spur
Kalk	0,86 a 0,13	13,832	s. Sonstiges	4,01
Magnesia	0,08 a 0,31	0,279	s. „	0,15
Baryt	0,07	0,011 (Baryt und Strontian)	s. „	0,16
Strontian	Spur		Spur	Spur
Kohlensäure	1,22	10,823	s. Sonstiges	4,64
Schwefelsäure	—	1,065	—	Spur
Phosphorsäure	0,36	0,149	1,04	0,48
Arsensäure	0,09	0,085	0,0137	0,08
Kieselsäure	0,83 a 35,54	1,767	s. Sand und Thon	0,37 a 10,89
Thonerde	a 3,54	0,538	—	0,74 a 1,10
Nickeloxydul	Spur	0,013	—	Spur
Kupferoxyd	0,03	0,004	Spur	0,06
Zinkoxyd	0,04	Spur	—	Spur
Eisenoxydul	—	—	—	—
Thon und Sand	—	6,592	23,10	—
Sonstiges	CO Spur Sb „	Sb^2O^3 0,009 TiO^2 0,028	2,2963 **	Fl Spur TiO^2 Spur
Wasser	10,15	11,019 (Wasser und Organische Substanz)	13,20	14,11 (Wasser und Organische Substanz)
Organische Substanz	Spur	—	—	
	99,84	99,918	100	100,29

*) Manganoxyd. **) $CaOCO^2$, $MgOCO^2$, $BaOCO^2$ und organische Substanz.

1. Niederselters. Ocker aus dem Brunnenschacht. a. In Salzsäure Unlösliches. Fresenius.
2. Driburg, Trinkquelle. Ocker. Spuren von Zinn, Kobalt, Fluor. Fresenius.
3. Langenschwalbach, Stahlbrunnen. Ocker. Fresenius.
10. Homburg vor der Höhe, Elisabethquelle. Ocker aus Bassin und Abflusskanal. a. In Salzsäure Unlösliches. Fresenius. (Berechnet man Kalk, Magnesia und Baryt als Karbonate, so bleibt noch 1,28 pCt. Kohlensäure übrig.)

	4	5	6	7	8[1]	8[2]	9
Eisenoxyd . . .	21,813	1,84	47,40	17,59	39,7960	0,1434	71,15
Manganoxyd . .	0,0358 a	—	—	—	0,2849	0,1134	—
Kohlens. Kalk. .	0,332	80,17	10,85	36,50	7,9512	92,3250	4,79
Kohlens. Magnesia	0,330	6,85	6,08	7,60	1,6341	7,0010	0,21
Kohlens. Manganoxydul . . .	—	0,29	Spur	—	s. $\dddot{\mathrm{Mn}}$	s. $\dddot{\mathrm{Mn}}$	0,86
Kohlens. Baryt .	?	—	—	Spur	0,0806	0,1481	—
Kohlens. Strontian	?	0,40	—	—	0,0831	0,0082	—
Schwefels. Baryt .	—	—	—	—	0,3894	—	—
Schwefels. Kalk .	2,000	—	—	...	—	—	—
Kieselsäure . .	—	1,10	1,04	4,52	b 3,1471	—	14,04
Arsensäure . . .	0,342	1,10	6,96	s. unten	c 0,1189	Spur	s. unten
Phosphorsäure. .	Spur	Spur	Spur	—	d 2,4332	f 0,1108	s. unten
Thonerdephosphat	0,718	—	—	—	2,5707	—	—
Thonerde . . .	—	0,30	—	4,12	—	0,0856	0,08
Eisenoxydul . .	0,982	—	—	—	—	—	—
Kupferoxyd . .	0,009	—	—	—	0,0419	—	—
Bleioxyd . . .	—	—	—	—	0,0764	—	—
Unlösliches (Thon, Gestein etc.) .	70,600	3,72	2,06	14,11	32,6820	0,1120	—
Organ. Substanz .	1,017	} 3,03	—	Spur	} 2,2158	—	0,18
Wasser	1,872	}	25,72	10,85	} e 6,5647	—	7,80
Sonstiges . . .	Co Spur	—	—	arsens. Eisenoxyd 4,57	—	Fl^2Ca Spur	arsens. Kalk 0,81 Fl^2Ca 0,003 Kalkphosphat 0,07
	100,060 g	98,80	100,06	99,86	100 h	100,0470	99,998

a. Manganoxydul. — b. In die salzsaure Lösung übergegangen. — c. An Eisenoxyd gebunden. = d. An Eisenoxyd gebunden. — e Mit dem Eisenoxyd u. s. w. verbunden, aus dem Verlust bestimmt. — f. An Eisenoxyd und Thonerde gebunden. — g. Fresenius fand noch Zinkoxyd, Nickeloxydul, Bleioxyd, Antimonoxyd und Titansäure nachweisbar. — h. Fluor war nicht nachzuweisen.

4. Pyrmont, Brodelbrunnen, Brunnerde. As^2O^3 als As^2O^5 berechnet. Bley. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1854. 763.
5. Vichy, grande grille. Feinkörniger, durch Eisenoxyd geröttheter Kalksinter. Bouquet.
6. Vichy, puits de l'enclos des Célestins. Ocker. Bouquet.
7. St. Nectaire, ockerartiger Niederschlag. Alkalikarbonat Spur. Terreil. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1860. 338.

8[1]. Ems, Kesselbrunnen. Rother Ocker aus dem Abflusskanal. $MnO\,CO^2$ als $\dddot{\mathrm{Mn}}$ berechnet. Fresenius. Jahrb. Nassau. 7. 169. 1851.

8[2]. Ems, Kesselbrunnen. Krystallinischer Kalksinter aus dem Reservoir. Mn O CO^2 als M̈n berechnet. Fresenius.

9. Kronthal, Nassau. Ocker. J. Löwe. Liebig und Kopp. Jahresber. f. Chem. 1856. 770.

(Folgt Tabelle, siehe Seite 574.)

11B[1]. Sinter aus dem Sprudelbecken des Wiesbadener Kochbrunnens. Graurothbraune, traubige, krystallinische Massen. Wildenstein (Fresenius l. c. 185).

11B[2]. Sinter, im trockenen Zustande dem nach der Rose führenden Abflusskanal entnommen. Strahligkrystallinisch, bräunlichrothgelb, weich, abfärbend. Fresenius l. c.

11C. Abgeschlämmter leichterer Theil aus dem Schlammabsatz eines Abflusskanals. Fresenius.

In allen drei Absätzen Spur von Thonerde und Kupferoxyd.

12B. Nauheim. Absatz des grossen Soolsprudels aus einem dem Fassungsbassin zunächst gelegenen Kanal, wo die Soole noch fast 32°C. zeigt. Nach dem Trocknen lockeres zimmtfarbenes Pulver.

Ewald. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 u. 1848. 1012.

12B[1]—12B[9] und C. Nach R. Ludwig und Theobald. Pogg. Ann. 87. 88. 1852. Absätze des grossen Soolsprudels.

12B[1]. Ockeriger Schlamm, Anfang des offenen Soolgrabens.

12B[2]. Sinter, 280 m von 12B[1] entfernt. Kieselsäure eisenhaltig. Frisch tiefbraun, älter braunroth mit zwischenliegenden weissen Lamellen.

12B[3]. Sinter, 400 m von 12B[1]. Hellgelb, dickschalig, faserig, aus mikroskopischen Rhomboedern bestehend.

12B[4]. Sinter, 620 m von 12B[1]. Compakt, marmorähnlich, dunkler. Kleine Cascaden in der Strömung des Grabens.

12B[5]. Sinter, 696 m von 12B[1]. Hellere Lagen wechseln mit zimmtbraunen ab; marmorartig.

12B[6]. Sinter aus einer Blechröhre, durch welche die Soole in's Reservoir gelangt. Hellgelb, durchscheinend, geflammt.

12B[7]. Sinter, im Reservoir um Vaucherien abgesetzt, aus kleinen Rhomboedern bestehend.

12B[8]. Sinter, weiss, kreideartig, um Vaucherien abgesetzt. Aus der unterirdischen Leitung.

12B[9]. Sinter, mürbe, Aggregat aus hirsekorngrossen flachen Rhomboedern, abgesetzt beim Einfall in den Usabach. Der Thon ist Usaschlamm.

12B[10]. Dornstein, körniger Kalk, weisse Ringe mit ockergelben abwechselnd. Kieselsäure arsenhaltig. Bischof. Chem. Geol. I. 127. III. 44.

12C. Kalksinterschöllchen, hellgelb und braun, nach längerer Zeit und in der Tiefe am Anfang des Soolgrabens entstehend, cfr. 12B[1].

	$11\,B^{1}$	$11\,B^{2}$	11 C	12 B	$12\,B^{1}$	$12\,B^{2}$	$12\,B^{3}$	$12\,B^{4}$	$12\,B^{5}$	$12\,B^{6}$	12 B	$12\,B^{8}$	$12\,B^{9}$	$12\,B^{10}$	12 C
Eisenoxyd	4,8836	2,2995	61,108	49,86	44,28	2,07	} 2,05	2,15	3,10	0,75	0,62	1,63	1,96	0,92	} 8,93
Manganoxyd	—	—	—	0,40	2,11	5,49								—	
Kalkkarbonat	90,7364	94,3390	13,663	20,81	35,40	83,58	87,81	92,69	88,04	93,64	87,33	86,54	83,42	98,82	85,41
Magnesiakarbonat	0,4969	0,6760	Spur	—	—	2,49	9,05	4,06	5,10	5,29	10,80	10,49	11,69	0,12	1,20
Manganoxydulkarbonat . . .	Spur	0,2647	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalksulfat	0,0134	0,1860	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21	Spur	—
Strontiansulfat	—	} 0,0518	0,164	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Barytsulfat	Spur														
Kieselsäure	1,1712	0,4530	10,447	2,81	2,65	3,09	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0,14	Spur
Kalksilikat	—	—	3,346	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arsensäure	0,1210	0,0495	1,736	—	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur
Phosphorsäure	Spur	Spur	0,075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unlösliches (Sand und Thon)	—	—	—	—	—	—	2,04	0,01	2,32	—	—	—	0,14	—	—
Organische Substanz . . .	Spur	Spur	Spur	—	—	—	} 0,85	1,07	1,20	—	1,15	0,20	1,12	—	—
Wasser	2,5775	1,7575	9,466	23,53	14,32	3,28				0,32	0,10	1,11	1,46	—	3,90
Chlornatrium u. lösliche Salze	Spur	Spur	Spur	2,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur	—
Summa . .	100	100	100	100	99,81	100	101,8	100	99,76	100	100	99,96	100	100	99,44

Berechnet man den Gehalt der Karbonate von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, Kieselsäure im Mineralwasser A und im Absatz B in der Art, dass man in jedem von ihnen die freilich sehr ungleiche Menge des Kalkkarbonates zu 100 setzt und die im Absatz gefundenen Eisen- und Manganoxyde als Karbonate berechnet, so erhält man folgendes.

			$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	$FeOCO^2$	$MnOCO^2$	SiO^2
1	A	Niederselters	100	65,60	0,98	0,17	6,90
	B	„	100	10,94	4361,2	—	54,0
	B[a]	„	100	46,33	3827,6	—	2057,3
2	A	Driburg, Trinkquelle	100	4,45	5,36 (100)	0,31 (5,78)	2,92 (54,46)
	B	„	—	—	100	0,21	2,28
3	A	Langenschwalbach, Stahlbrunnen	100	90,62	39,51 (100)	8,67 (21,94)	20,87
	B	„	—	—	100	0,48	—
4	A	Pyrmont, Helenenquelle	100	0,96	6,23	0,62	4,13
	B	„	100	99,40	1000,33	17,08	—
5	A	Vichy, grande grille	100	66,4	1,00	Spur	23,26
	B	„	100	8,5	3,3	0,36	1,37
6	A	Vichy, Puits de l'enclos des Célestins	100	31,6	4,1	Spur	13,18
	B	„	100	55,6	633,5	Spur	9,59
7	A	St. Nectaire	100	54,55	5,23	—	22,73
	B	„	100	20,82	69,88	—	12,38
8	A	Ems, Kesselbrunnen a	100	78,52	1,55 (100)	0,16 (10,32)	31,83
	B^1	„ b	100	20,55	724,45 (100)	5,22 (0,72)	39,58
	B^2	„ c	100	7,58	0,23 (100)	0,18 (78,26)	—
9	A	Kronthal, Stahlquelle	100	17,3	1,5	0,53	15,99
	B	„	100	4,4	2153,8	17,9	293,11
10	A	Homburg, Elisabethquelle	100	1,87	1,53	0,10	1,75
	B	„	100	4,40	1282,7	Spur	5,17
	B[a]	„	100	4,40	1286,0	Spur	157,24
11	A	Wiesbaden, Kochbrunnen	100	2,49	1,35	0,14	14,33
	B^1	„	100	0,55	7,8	Spur	1,29
	B^2	„	100	0,72	3,42	0,28	0,48
	C	„	100	Spur	643,5	Spur	76,46

a) 0,66 $BaOCO^2$ und 0,92 $SrOCO^2$, wenn $CaOCO^2$ = 100.
b) 1,01 $BaOCO^2$ und 1,06 $SrOCO^2$.
c) 0,16 $BaOCO^2$ und 0,01 $SrOCO_2$.

			$CaOCO^2$	$MgOCO^2$	$FeOCO^2$	$MnOCO^2$	SiO^2
12	A	Nauheim, Soolsprudel	100	(20,96)	3,24 (100)	1,01 (31,17)	1,42
	B	„	100	—	347,4 (100)	2,8 (0,80)	13,50
	B[1]	„	100	—	181,4 (100)	8,7 (4,80)	7,49
	B[2]	„	100	2,9	3,6 (100)	9,6 (266,67)	3,70
	B[3]	„	100	10,3	3,4		Spur
	B[4]	„	100	4,4	3,4		Spur
	B[5]	„	100	5,8	5,1		Spur
	B[6]	„	100	5,6	1,2		Spur
	B[7]	„	100	12,4	1,0		Spur
	B[8]	„	100	12,1	2,7		Spur
	B[9]	„	100	14,0	3,4		Spur
	B[10]	„	100	0,12	1,35	—	0,14
	C	„	100	1,40	15,16		Spur

1. Fresenius. B. Ocker, nur in Salzsäure Lösliches. Ba. Ocker als Ganzes. Aller Kalk als Karbonat berechnet.
2. Fresenius. B. Ocker. Kalk als Karbonat und Sulfat vorhanden.
3. Fresenius. B. Ocker. Kalk und Magnesia nicht gesondert bestimmt.
4. Fresenius. B. Ocker von Bley analysirt.
5. Bouquet. B. Kalksinter.
6. Bouquet. B. Ocker.
7. Berthier. B. Ocker nach Terreil. Arsensaures Eisenoxyd nicht berücksichtigt.
8. Fresenius. B[1]. Ocker näher der Quelle. B[2]. Kalksinter entfernter von der Quelle.
9. Löwe. B. Ocker.
10. Fresenius. B. Ocker, nur in Salzsäure Lösliches. Ba. Ocker als Ganzes.
11. Fresenius. B[1]. Sinter des Sprudelbeckens. B[2]. Sinter des Abflusskanals. C. Abgeschlämmter leichterer Theil aus Schlamm eines Abflusskanals, ohne Rücksicht auf Kalksilikat.

12A. Bromeis. Chlormagnesium als Magnesiakarbonat berechnet.
B. Ewald. Absatz. Zimmtfarbenes Pulver, wenn trocken.
B[1]—B[9]. Ludwig und Theobald. B[1]. Ockeriger Schlamm, Anfang des Soolgrabens. B[2]. Kalksinter, 280m von B[1] entfernt. B[3]. Sinter, 400m von B[1]. (In B[3]. bis B[9]. und in C. Eisen- und Manganoxyd auf Fe O CO^2

berechnet.) B^4. Sinter, 620 m von B^1 entfernt. B^5. Sinter, 696 m von B^1. B^6. Sinter, weiter ab in einer Blechröhre gebildet. B^7. Sinter im Reservoir. B^8. Sinter der unterirdischen Leitung. B^9. Mürber Sinter beim Eintritt in den Usabach.

B^{10}. Bischof. Dornstein der Salinen.

C. Ludwig und Theobald. Kalksinterschöllchen, in der Tiefe von B^1 nach längerer Zeit entstehend.

In wie viel stärkerem Verhältniss Eisenoxydhydrat niederfällt als die Karbonate, d. h. wie viel schneller Eisenoxydulkarbonat durch Oxydation zersetzt wird als das Entweichen der lösenden Kohlensäure statt hat, lehren die mitgetheilten Zahlen. Ebenso sieht man, dass Manganoxydulkarbonat später und wesentlich durch Verlust der Kohlensäure, nicht durch Einwirkung des Sauerstoffes, auch wohl in geringerem Maasse niederfällt als Eisenoxydulkarbonat. Dies Verhalten tritt in 2 A und B, 3 A und B, 9 A und B, und namentlich für Nauheim in 12 B^1 und 12 B^2 bei einem Abstand von 280 m hervor: in B^1 sind auf 100 Fe O C O^2 $4{,}_8$ Mn O C O^2, in B^2 267 Mn O C O^2 oxydirt, und in B^1 ist die Hauptmenge des Eisens schon ausgefällt worden. In Ems 8 B^1 näher der Quelle kommen auf 100 Fe O C O^2 $0{,}_{72}$, in B^2 entfernter von der Quelle 78 Mn O C O^2. Hier wie in Nauheim (12 B^1 und 12 B^2) und überall schlägt sich die Arsensäure mit dem Eisenoxydhydrat nieder; ihre Menge steht, wie 11 B^1, B^2 und C und 12 B^1 zeigen, in direktem Verhältniss zu der Menge des Eisens.

Man sieht ferner, dass meist in den Absätzen relativ weniger Magnesiakarbonat im Verhältniss zum Kalkkarbonat enthalten ist als im Wasser. Wo ersteres im Niederschlag sich reichlicher findet, wie in Homburg 10 B und Pyrmont 4 B, sind im Wasser ausser dem Karbonat noch andere Magnesiasalze enthalten, was freilich für Vichy 6 B nicht gilt. Von einem Dolomitabsatz ist nirgend die Rede. Die Absätze des Nauheimer Soolsprudels 12, der sehr wenig Sulfate, kein Magnesiakarbonat, sondern nur Chlormagnesium enthält, zeigen sehr verschiedene Mengen von Magnesiakarbonat. Der Absatz desselben beginnt zwar schon im Anfang des Soolgrabens, aber nur in der Tiefe 12 C, nicht in dem Absatz 12 B^1, steigt langsam in 12 B^2, erreicht plötzlich in B^3 eine grosse Höhe, sinkt dann wieder in B^4, B^5, B^6 und hat sein Maximum in B^7, B^8, B^9. Die Verdunstung hat, wie aus B^{10} hervorgeht, keinen Antheil an dieser Erscheinung. Entsprechend enthalten die Thermen von Aix, Provence, nach Usiglio und Dony[1]) auf 100 Kalkkarbonat $47{,}_{81}$ Magnesiakarbonat, die Niederschläge nach Diday auf resp. 100 nur $11{,}_{19}$ Th. Aber es kommt noch Folgendes in Betracht. Das rasch durch den Sauerstoff der Luft gebildete Eisenoxydhydrat bleibt als feine Flocken lange im Wasser suspendirt und verbindet sich nicht sogleich mit der Hauptmasse des erst später niederfallenden Kalk- und Magnesiakarbonates. In der Mineralquelle von Selters fand Fresenius in 1000 Theilen Wasser $0{,}_{001561}$ Ocker, im Ludwigsbrunnen, Homburg vor

[1]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. IX. 22. 1873.

der Höhe, 0,0201 Eisenoxydhydrat suspendirt. Der abgeschlämmte leichtere Theil des schlammigen Absatzes aus dem Wiesbadener Kochbrunnen, 11 C, welcher vorzugsweise die durch den Sauerstoff der Luft gefällten Bestandtheile enthält, liefert viel mehr Eisen und Kieselsäure als die Sinter 11 B[1] und 11 B[2]. Der ockerige Schlamm des Nauheimer Soolsprudels 12 B[1] enthält viel mehr Eisenoxyd, Kieselsäure, Arsensäure und viel weniger Kalk- und Magnesiakarbonat als die an derselben Stelle, aber nach längerer Zeit und nach der Tiefe hin entstandenen Kalksinterschöllchen 12 C.

Die Mitwirkung der Algen bei Bildung der Niederschläge tritt in Nauheim entschieden hervor: sie absorbiren die lösende Kohlensäure und entwickeln Sauerstoff, dessen Blasen sich mit einer Kalkhaut bedecken und Anlass zur Bildung von Erbsenstein geben. Auf den etwas festeren Scheiben, die den Ocker 12 B[1] durchsetzen, findet sich ein häutiger, hellgelber Algenfilz von Microhaloa firma Brebisson und dazwischen lebt eine kieselschalige Amphoraart. Diese Filze veranlassen eine schalig traubige Struktur des rothgelben Sinters und bilden bei ihrem Absterben eine am Boden sich anhäufende schwarze kohlige Masse, die etwas Eisenoxydul enthält; die in ihr liegenden Sinterscheiben sind fast weiss, so dass sich schliessen lässt, die Kohle habe das Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduzirt und dasselbe sei als Karbonat in Lösung fortgeführt. Der Kalksinter B[2] bildet im frischen Zustande eine blättrige, weiche, tiefbraune Masse mit zähen Filzblättern dazwischen. Der ältere Sinter ist braunroth mit dazwischen liegenden weissen Lamellen, aus denen die faulenden Conferven das Eisenoxyd durch Reduktion entfernt zu haben scheinen. Weiter abwärts im Soolgraben sind die üppigen Conferven unten inkrustirt, während sie oben fortgrünen.

Der Austrittspunkt der eisenarmen Quelle grande grille in Vichy (No. 5) ist nach Bouquet (l. c. 325) von einem Absatz umgeben, der aus feinkörnigem, porösem, durch Eisenoxyd geröthetem (l. c. 342) Kalksinter besteht. Seine Hohlräume sind durch Ocker gefärbt und enthalten an manchen Punkten Kalkspath. Ausserdem finden sich schwarze, vielleicht manganhaltige Partien. In dem Absatz fand de Gouvenain (l. c.) noch Blei, Kupfer, Kobalt, Zink, aber kein Fluor, weil dieses im Wasser wahrscheinlich als Fluoralkali und nicht als Fluorcalcium enthalten ist. Die eisenreichere Quelle des Puits de l'enclos des Célestins (No. 6) setzt im Quellbassin und bis auf 3—4 m Entfernung davon rothen pulverigen Ocker ab, aber in den entfernteren Absätzen ist kein Eisenoxyd mehr zu finden. Im Ocker ist das im Wasser enthaltene Strontiankarbonat nicht angegeben, welches sich doch in den Absätzen der nur 0,003 davon enthaltenden grande grille findet. Die Menge der Arsensäure im Ocker ist auffallend gross. Die 17 Quellen des Bassins von Vichy, als deren Typen die beiden angeführten gelten können, bringen nach Bouquet (l. c. 355) jährlich herauf 260 610 kg Kohlensäure, 1122375 kg Natronkarbonat, 118 260 kg Kalkkarbonat, im Ganzen eine Summe von 1 861 230 kg. Bouquet leitet die Arsensäure[1]) aus dem Misspickel des Porphyrs ab; die eisenreichsten Quellen

[1]) Campbell (Phil. Mag. (4) 20. 304) leitet das Arsen anderer Thermen von arsenhaltigen Eisenkiesen ab.

in Vichy führen zugleich den grössten Gehalt an Arsen und an Schwefelsäure.

Die aus Granit hervortretenden Quellen von St. Nectaire (No. 7) haben nach Lecoq und Bouillet[1]) längs ihres Laufs einen dichten oder cavernösen, selten weissen, fast immer durch Eisenoxyd oder organische Substanz gerötheten Kalksinter abgesetzt, welcher in seinen Hohlräumen gelben, sehr feinerdigen, mit feinen Kalkspathplatten gemengten Ocker enthält.

Vom Absatz des Carlsbader Sprudels (Sprudelstein) hat Berzelius,[2]) der durch Kochen des Pulvers mit Wasser alle löslichen Salze entfernte, mehrere Abänderungen untersucht (a., b., c.); weitere Analysen liegen von Chandler (d) und Ragsky (c.) vor. G. Rose[3]) bestimmte die Zusammensetzung aus Aragonit oder aus Kalkspath und Aragonit. Die bald weisse, bald braune, bald in abwechselnden Lagen weisse und braune Farbe wird dadurch bedingt, dass bei Zutritt der Luft eine grössere Menge Eisenoxydhydrat sich bildet; der weisse Sprudelstein ist nach Berzelius zuweilen ganz frei davon, enthält dann aber kohlensaures Eisenoxydul.

a. Rothbraun; Oberfläche glänzend, glatt, schwarz. Neben einer in der Sprudelschale gemachten Oeffnung entstanden.

b. Unter dem Boden eines Zinnkessels in der Siederei abgesetzte, 6 mm dicke, aussen dunkelbraune, innen gelbliche, krystallinische, faserige Rinde. Sp. G. 2,84.

c. Brauner, faseriger, sehr fester Sprudelstein, der in Carlsbad zu Zierrathen verschliffen wird. (Ident mit b. zusammengesetzt.) Sp. G, 2,863.

d. Dunkelgelblichbrauner, deutlich faseriger Sprudelstein, auf Holz abgesetzt.

e. Sprudelstein.[4]) (Ident mit b. und c. zusammengesetzt.)

	a	b	c	d	e
Eisenoxydulkarbonat	12,13	—	—	—	—
Eisenoxyd	19,35	0,43	s. Phosphate	—	0,41
Manganoxyd	—	Spur	—	—	Spur
Kalkkarbonat	53,20[5])	96,47	97,00	93,57	96,82
Strontiankarbonat	—	0,30	0,32	—	0,26
Basisches Eisenoxydphosphat	1,77	—	—	1,50	—
Thonerdephosphat	0,60	0,10	{ 0,59[7])	—	0,13
Kalkphosphat	—	0,06			0,05
Fluorcalcium	—	0,99	0,69	{ 1,37	0,97
Kalksulfat	—	—	—		—
Kieselsäure	3,95	—	—	—	Spur
Wasser	9,00	1,59	1,40	3,56	1,30
	100	99,94[6])	100	100	99,94[6])

[1]) Vues et coupes des principales formations géol. du Dép. du Puy de Dome. 1830. 117. — [2]) Gilbert. Ann. Phys. 74. 168—171. — [3]) Abhandl. Berl. Akad. 1856. 51—60. Ebenda p. 55 die Analyse von Chandler. — [4]) Carlsbad vom naturhistorischen Standpunkt. Prag und Carlsbad. 1862. 79. v. Bibra (J. pr. Chem. 90. 247) fand in 3 Sprudelsteinen 98,71; 98,30; 99,46 pCt. Kalkkarbonat neben Spuren von Eisenoxyd, Chlor, Schwefelsäure

Blum und Leddin[1]) fanden in 100 Theilen eines dunkelgefärbten, sehr eisenhaltigen Sprudelsteins 0,272 Arsen.

Die Uebereinstimmung von b, c, e zeigt, dass die Bedingungen des Absatzes dieselben waren: Eisenoxydhydrat konnte sich nur in geringer Menge absetzen, es blieb im Wasser suspendirt. Die Analyse a. ist durch den Gehalt an Eisenkarbonat und die Menge von Eisenoxyd und Kieselsäure ausgezeichnet. Aus der geringen Menge des Mangans im Sprudelstein sieht man, dass das Karbonat, dessen Menge im Wasser etwa 1/4 der Menge des Eisenkarbonates beträgt, entweder im Wasser gelöst bleibt wie das Magnesiakarbonat, oder dass das Oxydationsprodukt noch leichter suspendirt bleibt als das des Eisenkarbonates. In einem weissen Sprudelstein fand Berzelius Fluorkieselkalium, O. L. Erdmann neben Fluorcalcium Fluorkieselnatrium. Im Absatz des in Flaschen aufbewahrten Wassers fand Berzelius Eisenoxydsilikat, Eisenoxyd- und Thonerdephosphat mit Spuren von Mangan. Der Sprudelstein a. wurde in Königswasser gelöst, gelatinirte beim Abdampfen, enthielt also die Kieselsäure wohl als Silikat (l. c. 170).

Berechnet man den Gehalt an Kalkkarbonat des Wassers nach 13 A, B, C. und den der Sprudelsteine a, b, e (Eisenoxyd als Eisenoxydulkarbonat berechnet) auf 100, so ist

	$MgOCO^2$	$FeOCO^2$	$MnOCO^2$	SiO^2
in A	57,8	1,17	0,27	24,36
B	19,8	1,52	—	52,09
C	41,6	0,94	0,20	24,45
a	—	77,42	—	7,42
b	—	0,65	Spur	—
e	—	0,63	Spur	—

Aus a ergiebt sich, dass die Kieselsäure sogleich mit dem ersten eisenreichen Absatz niederfällt und in den späteren kalkreichen und eisenarmen Absätzen fehlt. Die Sprudelschale, die dicke gewölbartige Decke, welche über den ursprünglichen Ausflussöffnungen im Laufe der Zeiten sich gebildet hat, nimmt nach Hochstetter[2]) eine Oberfläche von mehr als 200 Wiener Quadratklafter ein. Auf Versuche Göttl's gestützt, berechnet Hochstetter,[3]) dass der Sprudel täglich 2880 Pfund, jährlich etwas über eine Million Pfund Sinter[4]) liefern

und Phosphorsäure. — [5]) Nach G. Rose l. c. beträgt die Menge des Kalkkarbonates wahrscheinlich 53,20 pCt. und 43,20 pCt. ist nur Druckfehler. — [6]) Vom Kessel herrührend noch 0,06 pCt. Zinnoxyd. — [7]) Darin ist Eisenoxyd mitbegriffen. — [8]) Ausserdem geringe Mengen von Arsen, Magnesia, Quellsatzsäure; Quellsäure ist nicht vorhanden. Das Pulver war mit heissem Wasser ausgewaschen, an das es hauptsächlich Natronsulfat (1,36 pCt.) abgab.

[1]) Ann. Chem. Pharm. 73. 218. 1850. — [2]) Karlsbad, seine geognost. Verhältnisse und seine Quellen. Karlsbad. 1856. 83. — [3]) Wien. Akad. Ber. 14. 416—421. 1855. In den auf Sinter gewachsenen Conferven liess sich Jod nachweisen. — [4]) Ob die von Haidinger (Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 146. 1854) beschriebenen, in Spalten oder Hohlräumen des „Hornsteinganges" des Carlsbader Militärbadehauses gefundenen, weingelben Schwerspathkrystalle Absätze aus den Carlsbader Quellen sind, lässt Hochstetter 1856 (l. c. 33) unentschieden, da Barytsulfat in den Carlsbader Quellen nicht nachgewiesen sei. Wenn auch später Göttl (s. S. 570) in den Carlsbader Quellen Spuren von Baryt (neben dem

könnte. Die verschiedene Färbung der einzelnen Sinterlagen zeigt, dass je nach dem Zutritt der Luft sehr verschiedene Mengen Eisenkarbonat oxydirt und sehr ungleiche Mengen des neu entstandenen Eisenoxydhydrates den Niederschlägen einverleibt werden.

Aehnliche Sinter wie die Carlsbader setzen die aus dem mit Serpentin wechselnden Kalkgebirge hervorbrechenden, 75—81^0 heissen Quellen von Aedepsos an der Westseite von Nordeuböa ab: faserige Aragonitlagen zum Theil mit feinfaserigem Kalkspath wechselnd, bald durch Eisenoxydhydrat licht röthlichbraun gefärbt, bald schneeweiss.[1]) Nach Russegger baut jede der heissen Quellen einen Kegel auf, aus dem sie emporsprudelt. Sie treten jetzt nahe an der Küste hervor, man sieht jedoch längs der ganzen Kalkkette einen bis 600 Fuss hohen Bergzug, der ganz aus dem von den Quellen abgesetzten Kalk besteht.[2]) Nach Gorceix hat der Travertin die altrömischen Bäder vollständig bedeckt; die Wassermassen fallen meist in's Meer über einen 5 m hohen Travertinabsatz. Auch bei Karytsa in Thessalien hat, namentlich in älterer Zeit, die Kokkina-nera reichlich eisenhaltigen Travertin abgesetzt.[3])

Die Bildung von Erbsenstein, besonders in Carlsbad, wird dadurch bewirkt, dass das wallende Wasser so lange Sandkörner, Granitbröckchen u. s. w. suspendirt erhält, bis sie, durch Inkrustation mit Kalkspath (Aragonit) zu gross und schwer geworden, endlich zu Boden sinken. Die einzelnen Erbsen werden dort durch weiteren krystallinischfaserigen Niederschlag zu einer festen Masse verkittet. Dieselbe concentrische Ablagerung von Kalk bildet sich auch um Gas- oder Luftbläschen, die durch günstige Umstände länger erhalten bleiben. Man findet deshalb besonders in den vollkommen runden Carlsbader Erbsen nur eine Höhlung.[4]) Für die Bildung der Confetti di Tivoli hat L. v. Buch[5]) als Anlass das Entweichen von Schwefelwasserstoffblasen angegeben; Ludwig und Theobald für die Bildung von Erbsenstein im Soolgraben von Nauheim Sauerstoffblasen, die selbst von Erbsengrösse am Boden des Grabens zurückgehalten werden.[6]) Zirkel führt Erbsensteinvorkommen an von Vichy, Vogelsberg in Oberkrain, Felsö-Lelocz, Unterneutraer Comitat, Ungarn.[7]) Auch mit

schon früher gefundenen Strontian) auffand, so spricht doch nach Hochstetter's Bemerkung gegen den Absatz aus den Thermen, dass man sonst nirgend bei den Carlsbader Quellen Schwerspath findet. Analog ist in der Teplitzer Gegend in den obersten Lagern des Porphyrs und in den Klüften des aufgelagerten Hornsteins und Quadersandsteins Schwerspath verbreitet und auf jeden Fall von bedeutend neuerer Bildung als die Gesteine, in denen er sich findet. (Wien. Akad. Ber. 20. 24. 1856.) Nach G. Bischof enthalten die in Carlsbad gefundenen Schwerspathkrystalle weder schwefelsauren Strontian noch schwefelsauren Kalk.

[1]) G. Rose. Abhandl. Berl. Akad. d. Wissensch. 1856. 63. — [2]) Jahrb. Miner. 1839. 691. — [3]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. XI. 37. 1875. — [4]) Hochstetter. 1856. l. c. 88. — [5]) Gesammelte Schriften I. 357. Nach Studer sind es Sandkörner, welche sich mit Kalkschalen überziehen und durch ihre Schwere zu Boden sinken. Nach Analyse von Klingelhöfer (Zs. f. d. ges. Naturw. 24. 96) mit $0{,}03$ pCt. $MgOCO^2$ und $0{,}19$ pCt. $FeOCO^2$. — [6]) Wöhler (Pogg. Ann. 57. 308. 1842) fand die im Schleim des Soolwassers zu Rodenberg, Hessen, entstehenden grossen Luftblasen aus 51 Vol. Sauerstoff und 49 Vol. Stickstoff zusammengesetzt. Der Schleim enthält Algen und Frustula salina Ehrbg. — [7]) Lehrb. d. Petrographie. I. 213. Nach Kornhuber (Jahrb. Miner. 1860. 230) rührt das Vorkommen von Lelocz von Quellen her, welche jetzt nicht zu Tage treten.

älterem diluvialem Kalktuff findet sich Erbsenstein; so nach Krenner[1]) auf der Festung Ofen. Die Analyse ergab $96_{,611}$ pCt. $Ca O C O^2$; $1_{,463}$ $Mg O C O^2$; lösliche $Si O^2$ $0_{,732}$; Thonerde, Eisenoxyd, Quarzsandkörnchen $0_{,948}$; Wasser $0_{,053}$; Eisenoxydul Spur, aber von Baryt und Strontian, die in dem untenliegenden eocänen Mergel vorkommen, lässt sich durch die Spektralanalyse keine Spur nachweisen. Ueber Erbsensteine aus Toscana (Oliveto, Campiglia, Buca delle Fate, Monte Rotondo) vergl. d'Achiardi Miner. d. Toscana. I. 192.

Kaufmann sah in einem mit Wasser von Obergrund nahe bei Luzern gespeisten Vorwärmer Rogensteine sich bilden. Das Wasser enthält in 1000 Theilen $0_{,27}$ Kalkkarbonat, wird im Vorwärmer auf 40—50° erwärmt, reisst Sandkörner mit, und um diese bilden sich Rogensteine von 1—2 mm Durchmesser, gelblichbraun durch Eisen, concentrisch strahlig und excentrisch faserig.[2])

Wie verschieden die Absätze derselben Quelle ausfallen können, geht aus Folgendem hervor. Das Wasser des Ursprungs, Baden ($68_{,63}$°) I. enthält in 1000 Theilen nach Bunsen,[3]) der Aragonitsinter aus einer vom Ursprung ausgehenden Leitung A, Opalsinter vom früheren freien Ausfluss nach Nessler[4]) B.

	I.		A	B
$Ca O C O^2$	$0_{,1151}$	$Ca O C O^2$	$94_{,57}$	$15_{,75}$
$Mg O C O^2$	$0_{,0075}$	$Mg O C O^2$	$1_{,22}$	$1_{,36}$
$Fe O C O^2$	$0_{,0035}$	$\dddot{F}e$	$1_{,95}$ (Fe, Mn)	$2_{,83}$
$Mn O C O^2$	Spur	$\dddot{M}n$		
$Si O^2$	$0_{,1190}$	$Si O^2$	$0_{,75}$	$72_{,36}$
$Cl Na$	$2_{,1511}$	$K^2 O$	$0_{,19}$	$1_{,53}$
$Cl K$	$0_{,1638}$	$Na^2 O$	$0_{,33}$	$0_{,27}$
$Ca O S O^3$	$0_{,2096}$	Organ. Substanz	—	$1_{,81}$
Sonstiges	$0_{,0193}$	Wasser	—	$3_{,09}$
	$2_{,7819}$		$99_{,01}$	$99_{,00}$

Auf 100 Theile Kalkkarbonat sind enthalten — Eisenoxyd und Manganoxyd auf die entsprechenden Oxydulkarbonate berechnet — in

	I.	A	B
$Mg O C O^2$	$6_{,5}$	$1_{,29}$	$8_{,64}$
$FeOCO^2$ ($MnOCO^2$)	$3_{,1}$	$2_{,99}$	$2_{,61}$
$Si O^2$	$103_{,4}$	$0_{,79}$	$459_{,43}$

Bemerkenswerth ist I. die Menge der Kieselsäure, welche noch grösser ist als die des Kalkkarbonates, während sich im Aragonitsinter A relativ sehr wenig Kieselsäure findet. Der ältere, fast ganz überbaute Sinter, in dem B als häufige fettglänzende Ausscheidung vorkommt, ist sehr porös, schmutzig bräunlichgrau mit schwärzlichen und gelblichweissen erdigen Flecken.

[1]) Jahrb. geol. Reichsanst. 13. 462. Ein Pisolith von dort hatte $2_{,8}$ Zoll Durchmesser. — [2]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lieferung 11. 431. 1872. — [3]) Zs. f. analyt. Chem. 10. 438. 1871. Freie Kohlensäure $0_{,0389}$. Sonstiges: Chlorammonium $0_{,0050}$; Kalisulfat $0_{,0022}$; Kalkphosphat $0_{,0028}$; Chlormagnesium $0_{,0082}$; Thonerde $0_{,0011}$; Arsen, Brommagnesium, organische Substanz Spur. — [4]) Beitr. z. Statistik d. inneren Verwaltung des Grossherzogthums Baden. Heft 11. p. 44. 1861.

Von den übrigen Quellen in Baden, die sämmtlich innerhalb der Steinkohlenformation entspringen, wenn auch ihr Heerd im unterliegenden Granit zu suchen ist, zeigen die ähnlich dem Ursprung zusammengesetzten Wasser der Ungemach-, Juden- und Fettquelle ähnliche Verhältnisse zwischen Kalkkarbonat und Kieselsäure. In der ersteren kommen auf 0,1024 Kalkkarbonat 0,123 Kieselsäure. Sie enthält Chloride von Lithium und Rubidium, Spuren von Caesium.

Die 24° warmen Quellen von St. Allyre bei Clermont enthalten[1]) in 1000 Theilen nach J. Girardin I., die älteren Absätze A, die jüngeren B in 100 Theilen

	I.		A	B
$Na^2 O C O^2$	0,4886	—	—	—
$Ca O C O^2$	1,6342	$Ca O C O^2$	40,224	24,40
$Mg O C O^2$	0,3856	$Mg O C O^2$	26,860	28,80
$Fe O C O^2$	0,1410	$\dddot{Fe}$	6,200	18,40
$Na^2 O S O^3$	0,2895	$Ca O S O^3$	5,382	8,20
$Cl Na$	0,2519	$Sr O C O^2$	0,043	0,20
$Si O^2$	0,3900	$Si O^2$	9,780	5,20
Organ. Subst.[a])	0,0130	Organ. Substanz[a])	1,200	0,40
Quellsaures und quellsatzsaures Eisen	0,0462	Quellsaures und quellsatzsaures Eisen	5,000	5,00
	3,6400	Thonerdephosphat	4,096	6,12
Kohlensäure	1,4070	Talkphosphat	0,400	0,80
Spec. Gewicht	1,00425	Wasser	0,800	1,40
			99,985	98,92

[a]) Stickstofffrei.

Der ältere Travertin A ist dem Anfang der natürlichen Brücke über den Tireteinebach entnommen, der jüngere ist zerreiblich und lichtbraungelb mit dunkleren Lagen.

Auf 100 Theile Kalkkarbonat kommen — $\overline{Fe}O^3$ als $Fe O C O^2$ berechnet — in

	I.	A	B
$Mg O C O^2$	21,1	66,8	118,0
$Fe O C O^2$	8,6	22,1	109,8
$Si O^2$	23,86	24,31	21,31
Quellsaures und quellsatzsaures Eisen	2,83	12,43	20,49

Der Wechsel der Menge von Magnesia- und Eisenkarbonat in A und B ist bemerkenswerth, während die Relation zwischen Kalkkarbonat und Kieselsäure in I., A, B sehr gleich bleibt. Berzelius[2]) fand in den Absätzen kein Fluor, wohl aber Mangan. Der Gehalt an Magnesiakarbonat und quellsaurem Eisen ist in A und B ungewöhnlich hoch und verdient erneute Untersuchung. Nach Berzelius gelatinirte die Kieselsäure (6,8 pCt.) beim Abdampfen der salzsauren

[1]) Ann. min. (3) 11. 458. 1837. Truchot fand im Wasser (Compt. rend. 78. 1024. 1874) noch Lithion. — [2]) Gilbert. Ann. Phys. 74. 300. 1823.

Lösung des Kalktuffs. Dass in A und B Dolomit vorhanden sei, wird nicht angegeben. Die Quelle setzt starke Niederschläge ab. Sie fliesst auf dem Rücken eines mauerähnlichen Dammes hin, der, 240 Fuss lang, 12 Fuss breit, 16 Fuss hoch, ganz aus dem von ihr gebildeten Travertin besteht und die natürliche Brücke über den Tiretainebach gebildet hat.[1])

Auf dem Wege von Erzerum nach Trapezunt am Nordfuss des Taurus am Yör-Köprusyfluss hat nach Eli Smyth eine seitwärts vom Kalkgebirge herabstürzende heisse Quelle eine Tuff- und Stalaktitenbrücke mit einem grossen Bogen gebaut, unter welcher der Fluss fortströmt. Bei dem Erkalten des Wassers beginnt die mächtige Tuffbildung; an der quer über den Fluss sich hinschiebenden Tuffmasse hängen nach unten Tropfsteine, welche sich immer stärker übersenken, endlich abbrechen und die Grundlage zum gegenüber liegenden Brückenkopf bilden. Jetzt ist diese Naturbrücke mit Erde und Vegetation bedeckt. Weiter abwärts ist eine zweite ähnliche Brücke bis zur Hälfte des Flusses erst im Werden.[2]) Bei Dyadin am rechten Muradtschaiufer (nördlich des Van-Sees) fand Abich ein weitverzweigtes System von Thermen (48—50^0), die dom- und kegelförmigen Travertin absetzen. Die frühere grosse Thätigkeit zeigt die natürliche Ueberwölbung des Flusses auf 25—30 Faden Länge durch Travertinmassen, unter welchen der Fluss in stollenartigem Kanal abfliesst.[3])

G. Bischof untersuchte die zahlreichen Eisensäuerlinge und deren Ockerabsätze, welche um den Laacher See theils früher entstanden, theils noch jetzt entstehen. Der Hauptbestandtheil der Ockerabsätze, Gegenstand einer nicht unbedeutenden Gewinnung, ist Eisenoxydhydrat.[4]) Als Beispiel folgt die Analyse des Wassers des Fehlenbors[5]) (14,2^0) unterhalb Burgbrohl I. und die des von ihm abgesetzten Ockers[6]) a.

I. 1000 Theile Wasser		a.	
$CaOCO^2$	0,51538	$CaOCO^2$	13,06
$MgOCO^2$	0,57488	—	—
$FeOCO^2$	0,14176	Fe^2O^3	80,64
Na^2OCO^2	0,80097	—	—
SiO^2	0,04726	SiO^2	6,30
Na^2OSO^3	0,10944	—	—
$ClNa$	0,12780	—	—
	2,31749		100

Berechnet man Kalkkarbonat in I. und a. auf 100 und das Eisenoxyd als Oxydulkarbonat, so ist in

[1]) Die Puente del Inca, Uspalatta (Cordilleren), wird nach Darwin durch Geröll gebildet, welches durch die Niederschläge benachbarter heisser Quellen verkittet ist. Die schwefelwasserstoffhaltigen Quellen setzen viel Tuff als Sinter, zum Theil in Form rundlicher, zollgrosser Concretionen ab. — [2]) Ritter. Monatsber. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin. 1840. 87. — [3]) Jahrb. Miner. 1857. 461. — [4]) Chem. Geol. Ed. 1. I. 357 und Ed. 2. I 548. In Ed. I werden 32 Analysen von dortigen Quellwässern gegeben. — [5]) Viele der dortigen Quellen enthalten mehr Magnesia- als Kalkkarbonat. s. S. 50. — [6]) Die Prüfung des Ockers auf Magnesia versäumte Bischof 1827.

		I.	a.
Eisenoxydulkarbonat	=	27,51	895,31
Kieselsäure	=	9,16	48,24.

Danach ist in a 32,5 Mal mehr Eisenkarbonat oxydirt als Kalkkarbonat durch Verflüchtigung der Kohlensäure abgeschieden, aber nur 5,8 Mal mehr Kieselsäure niedergefallen. Unter dem Ockerabsatz bei Wehr lag in einer gewissen Tiefe ein fast weisses, an der Luft durch Oxydation bald schmutziggrün werdendes Lager von Eisenkarbonat. Wird schon durch den ersten Ockerabsatz der Abfluss der Quelle beschränkt und eine theilweise Stagnation des Wassers herbeigeführt, so entsteht um die Quelle ein Sumpf, das Wasser breitet sich aus, die Verflüchtigung der Kohlensäure und des Wassers, damit die Bildung des Absatzes wird beschleunigt. Endlich entsteht durch den Ocker ein luftdichter Abschluss, unter welchem sich, die Decke hebend, Eisenoxydulkarbonat absetzen kann. Schliesslich nimmt der Druck des Abgesetzten so sehr zu, dass die Quelle einen andern Abfluss sucht, sie bricht an tiefer gelegenen Stellen hervor.[1])

An einer anderen Stelle beim Gemeindebrunnen in Burgbrohl[2]) gelangte man nach Durchsinken von 3 Fuss Eisenocker[3]) auf ein 6 Fuss mächtiges Thonlager, dessen Oberfläche mit Wurzeln und Grasstengeln durchzogen war, der Ocker hatte sich erst später abgesetzt. Unter dem Thone traf man eine etwa 9 Zoll starke Schale von Sphaerosiderit, unter diesem von Mineralwasser erweichten Trass. Der Sphaerosiderit, welcher 77,3 pCt. Eisenoxydul- und 3,6 pCt. Kalkkarbonat, zerriebenen Trass und erdige Gemengtheile enthielt, hatte die Stelle des zum Theil zersetzten, zum Theil fortgespülten Trasses eingenommen.

Bischof berechnet, dass die in der Umgebung des Laacher Sees fliessenden Quellen in 1000 Jahren ungefähr ein Ockerlager von 1/8 Quadratmeile Ausdehnung und 1 Fuss Mächtigkeit bilden könnten. Aehnliche Quellen der Capkolonie beschrieb Krauss.[4])

Aehnlich liefert auch die Soole von Neusalzwerk bei Minden (in der Minute fliesst ein Cubikfuss aus) bedeutende Absätze. Bischof[5]) fand nach 5 Jahren einen fast drei Fuss hohen Absatz gebildet aus mehr oder weniger ockerbraunen, kugeligen und nierenförmigen Massen. Die Soole enthält[6]) auf 100 $CaOCO^2$ 66,26 $MgOCO^2$, 6,26 $FeOCO^2$, 0,93 $MnOCO^2$. Nächst dem Bohrloch im Abflusskanal enthält der dunklere Absatz die grösste Menge Eisenoxydhydrat neben Kalkkarbonat, die Absätze nächst der Werra sind heller und enthalten in dem dichten Kalkabsatz die geringste Menge Eisenoxydhydrat.[7]) Bischof berechnet, dass die Soole jährlich 10 145 Cubikfuss Kalkkarbonat und 462 Cubikfuss Eisenoxydhydrat auf die Oberfläche bringt. Der 19° warme Soolbrunnen von Salzkotten ist ringsum von einem reichlich 8 Fuss starken Lager

[1]) Chem. Geol. Ed. 1. I. 903. — [2]) ib. 371. 904. — [3]) Das Ockerlager hatte sich erst nach der Römerzeit gebildet. ib. 375. — [4]) Jahrb. Miner. 1843. 150. — [5]) Chem. Geol. II. 534. — [6]) Bischof. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1854. 761. — [7]) Nach Bischof's vorläufiger Analyse enthalten die ersten Absätze 70,5 pCt. Kalkkarbonat und 19,36 pCt. Eisenoxydhydrat, die letzten nur 3,16 pCt. Eisenoxydhydrat. Chem. Geol. Ed. 1. I. 883. Wackenroder fand Arsen in dem Ocker.

aus ockerigem Kalktuff umgeben.[1]) Die 19° warme Soolquelle von Rothenfelde[2]) hat nach Huyssen einen bis 16 Fuss mächtigen Kalktuff abgesetzt, welcher das aufgeschwemmte Gebirge auf eine Längenausdehnung von mehr als 100 Fuss bedeckt. An mehreren Stellen bezeichnen runde senkrechte Löcher, in deren Nähe der Plänerkalk intensiv roth gefärbt ist, die Stellen, durch welche die Soole früher zu Tage strömte. Die dem Kalksteingebirge entführte Menge von Kalk und Eisen mag gering gerechnet 64 Millionen Cubikfuss, also einen Würfel von 400 Fuss Seite ausmachen. Die Soole enthält in 1000 Theilen etwa $1{,}_5$ Kalkkarbonat. In der Nähe hat die 12° warme Soolquelle von Laer beträchtliche Massen von Kalktuff abgesetzt, die ein ausgedehntes, 6—8 Fuss mächtiges, nach den Rändern hin schwächer werdendes Lager bilden, auf welchem der Flecken Laer erbaut ist. Die Soole enthält in 1000 Theilen $0{,}_{76}$ Kalkkarbonat.[3])

Ueber die Grösse der Absätze liegen zahlreiche Angaben vor. Die Hälfte des Nauheimer Soolsprudels hatte in 5 Monaten einen Niederschlag gebildet, der lufttrocken über 50 Cubikmeter Raum einnahm und mindestens 90 000 bis 100 000 kg wog. Bei einer jährlichen Wassermenge von 633 000 Cubikmeter Wasser könnte der Nauheimer Soolsprudel, wenn alles Kalkkarbonat sich niederschlüge, 937 473 kg Kalkkarbonat und entsprechend 13 293 kg Kieselsäure liefern. Im Becken von Cannstadt fliessen heute noch gegen 50 Quellen mit 18—21°, die nach den Untersuchungen von Sigwart[4]) im Mittel in 1000 Theilen Wasser einen Theil Kalkkarbonat enthalten. Sie setzen noch heute Tuff ab, der mit dem älteren, stellenweise 40—60 Fuss mächtigen ident ist. Beträgt nach Walchner die Wassermenge täglich 800 000 Cubikfuss (à 66 Pfund), so können die Quellen, wenn sie alles Kalkkarbonat absetzen, jährlich 200 000 Ctr. Kalktuff liefern, d. h. einen Würfel von etwa 50 Fuss Seite.

Mulmiger Brauneisenstein füllt nach Gümbel[5]) eine Spalte des Süsswasserkalkes am Spitzberg im Ries aus. Darin liegen kopfgrosse, pechglänzende Partien eines wesentlich aus wasserhaltigem arsensaurem Eisenoxyd (mit 10 pCt. Kalk und $0{,}_{15}$ pCt. Baryt) bestehenden Sinters. Das Ganze erscheint als der Absatz einer eisenhaltigen Quelle, deren Arsenabsatz dem der heutigen Quellen entspricht. Die nächste Uebereinstimmung zeigt dieses Gebilde mit den faserigen Concretionen von Arseniosiderit, welche in dem Braunsteinlager von Romanêche, Dép. Saône-et-Loire, vorkommen. Als Quellabsatz bezeichnen Delesse und de Lapparent[6]) die von Jannettaz[7]) analysirte, weisse, erdige, unter grauem plastischem Thon im Park von Issy vorkommende Substanz. Sie enthält 75 pCt. Kalkkarbonat; 20 pCt. Strontiankarbonat; $0{,}_5$ pCt. Barytkarbonat; 4 pCt. Thon; $0{,}_6$ pCt. Thonerde und $0{,}_4$ pCt. Wasser. Ein ähnliches Gebilde liegt bei les Molineaux in Knauern in einem Thon, welcher auf pisolithischem Kalk ruht. Ueber Quellabsätze von Baryt und Coelestin s. S. 555.

[1]) Huyssen. Zs. geol. Ges. 7. 207. 1855. (Vergl. Egen. Karsten. Arch. 13. 319.) — [2]) ib. 246. 586. — [3]) ib. 238. — [4]) Württemberg. naturw. Jahreshefte. XV. 352. 1859. — [5]) Münch. Akad. Ber. 1870. 1. 195. — [6]) Revue de géol. X. 49. 1873. — [7]) Bull. géol. (2) 29. 42 und 44.

Warme Quellen mit reichem Kalkgehalt, aber ohne oder fast ohne Eisen setzen weisse Kalktuffe ab, welche, wenn das Quellwasser Schwefelwasserstoff enthält, Gyps und Schwefel führen können. Dahin gehören die 47—50° heissen Quellen von S. Filippo an der Ostseite des M. Amiata, Toscana. Die von ihnen gebildete Tuffmasse, an deren unterem Ende die Quellen hervortreten, hat stellenweise eine Stärke von 250 Fuss, ist eine Miglie lang und breit und rückt allmählich thalabwärts. Nach Targioni-Tozzetti[1]) enthalten 1000 Theile des Wassers 33,82 Festes:

$CaOCO^2$	$SrOCO^2$	$MgOSO^3$	$CaOSO^3$	Na^2OSO^3
17,34	0,25	6,87	2,43	2,17

ClNa	$\dot{Si}O^2$	$\ddot{Al}$	SH^2	CO^2	Organische Substanz.
2,84	1,13	0,42	0,02	0,10	0,25

Nach Gosse hat das zu Bädern in einem kleinen Teich gesammelte Wasser in etwa 20 Jahren eine 30 Fuss starke Kalktuffschicht geliefert. Das milchige Wasser, welches in den Leitungen Kalktuff und krystallinischen Gyps absetzt, wird, über Stäbe zu Staub zerschlagen, zum Abformen von Medaillen verwendet.[2]) Nach Studer besteht der Tartaro (Tartaro heisst jeder noch jetzt sich fortbildende Kalksinter im Gegensatz zu dem historischen, meist dichteren und festeren Travertin) von S. Filippo theilweise aus Gyps oder aus einem innigen Gemenge von Kalk, Gyps, Bittersalz und reinem Schwefel. Der Schwefelwasserstoff, zum Theil zu Schwefelsäure oxydirt, liefert mit dem Kalke Gyps, dessen Kruste den tiefer liegenden Kalk vor weiterer Umänderung in Gyps schützt.[3]) Die nahen Thermen von S. Vignone schlagen so rasch Kalk nieder,[4]) dass auf der Unterseite der um 30° geneigten Leitungsröhre sich jährlich ½ Fuss fester Tartaro bildet. Wo das Wasser langsamer fliesst, ist der im Allgemeinen weisse Tartaro noch fester; wo er Pflanzentheile umhüllt, wird er zellig; zuweilen ist er schalig, nieren- und traubenförmig. Der östliche Flügel des Kalktuffes ist dicht und etwa 15 Fuss mächtig, der westliche etwa 250 Fuss lang bei einer Mächtigkeit von zuweilen 200 Fuss. Sein Fortschreiten wird durch das Flussthal der Orcia aufgehalten. Bei Abano, Euganeen, entquillt eine Gruppe heisser und warmer Quellen einer 12—15 Fuss hohen, gegen 1000 Fuss im Umfang messenden, flachen Bodenerhebung (Montirone), welche durch die Kalktuffabsätze den Quellen gebildet worden ist.[5]) Der Bollicame bei Viterbo liegt auf einer flachen, schildförmigen Höhe, welche aus Kalktuff besteht und ganz an den Montirone von Abano erinnert. Die Wasserfläche auf dem Scheitel, in deren Mitte es wallt und siedet, ist bläulich-weiss von ausgeschiedenem Schwefel,[6]) der aus Schwefelwasserstoff herrührt. Der Tartaro der Thermen des Lago de' Tartari in der römischen Campagna enthält durch Vermittelung der Algen, auf denen der Kalk sich niederschlägt, ein faseriges und zugleich concentrisch schaliges Gefüge. Der Travertin der Schwefelwasserstoff enthaltenden kleinen

[1]) vom Rath. Zs. geol. Ges. 17. 420. 1865. — [2]) Edinb. phil. J. 2. 290. 1820. Analyse des Kalktuffs liegt nicht vor. — [3]) Studer. Phys. Geogr. I. 246. — [4]) Lyell. Principles of Geology. — [5]) vom Rath. Zs. geol. Ges. 16. 70. 1864. Die Quellen enthalten keinen Schwefelwasserstoff. — [6]) ib. 18. 585. 1866.

Seen Lago delle Isola, Lago solfureo und Lago S. Giovanni in der römischen Campagna (am Wege nach Tivoli) enthält Schwefel. Bei Tolfa im Thälchen des Fiume Verginiese hat am Gehänge eines hohen Berges eine $62{,}5^0$ warme Therme Kalktuff abgesetzt, der eine über 400 m breite und 600 m lange Ebene mit fast senkrechtem Absturz nach dem Thal bildet. Da, wo sie an das Berggehänge anstösst, quillt ein lauwarmer Eisensäuerling, der den Kalktuff in kalkigen, von weissen Kalk- und Aragonit-Adern durchzogenen Rotheisenstein umwandelt.[1])

Aehnlich wie die Kieselquellen dadurch Hügel aufbauen, dass der Niederschlag rund um die Oeffnung statt hat, bilden auch heisse kalkhaltige Quellen Hügel um ihren Ausflusspunkt. So die $95-97^0$ heissen Quellen von Hammam Meschoutin (Bad der Verdammten) in der Provinz Constantineh. Tripier[2]) fand im Liter des Wassers $1{,}52007$ g Festes: darunter $0{,}25722$ g Kalkkarbonat; $0{,}04235$ g Mangnesiakarbonat; $0{,}38086$ g Kalksulfat; $0{,}41560$ g Chlornatrium; $0{,}07000$ g Kieselerde; Arsen (als Metall bestimmt) $0{,}00050$ g neben Chloriden und Sulfaten von Alkalien, Kalk und Magnesia; von Eisenoxyd Spur. Neben der Kaskadenbildung, welche häufig aus blendend weissem Kalksinter besteht, ist die verbreitetste Form die der Kegel,[3]) so dass von weitem die Ansicht der einer Stadt mit vielen Minareten gleicht. Niel[3]) und M. Braun fanden einzelne Kegel bis 10 Meter hoch. Ein ockeriger, nach Tripier arsenhaltiger Absatz bedeckt die Seiten der Kalkhügel von Hammam Meschoutin, dessen Wasser etwas Schwefelwasserstoff und Eisen, dessen Kalkabsatz daher etwas Gyps, Schwefel und Schwefelkies enthält. G. Rose[4]) fand das Gestein der Kegel erdig und zerreiblich, aus einem Gemenge von Aragonit und Kalkspath bestehend. Daubrée[5]) erwähnt von dort Erbsensteine mit Schwefelkieshülle, während innen Lagen von Kalkkarbonat und Schwefelkies wechseln; den Kern bildet gewöhnlich ein Kalkbruchstück. M. Braun fand in den Spalten des älteren Kalktuffes krystallinischen Kalksinter abgesetzt. Nach Renou[6]) haben die etwa 50^0 heissen Quellen von Hammam-Bou-Hadjar in der Ebene von Oran sehr mächtige, 15 bis 20 m breite, wenigstens 1000 m lange Kalktuffe geliefert, welche sich fortwährend verlängern.

In ähnlicher Weise bauen die schwefelwasserstoffhaltigen Thermen von Magyarád und Bori, Honther Comitat, Ungarn, nach H. Wolf[7]) 15—30 Fuss hohe Hügel auf mit den bekannten concentrischen, 1—3 Linien dicken Lagen von Travertin. Wenn die Höhe der Hügel die Steigkraft der Quelle übertrifft, so suchen die Wasser eine tiefere Ausbruchsstelle, und so bilden sich, dem Laufe des Baches folgend, immer weiter südlich neue Travertinhügel. Auch oberhalb des jetzigen Bachlaufes sind Travertinabsätze vorhanden. Andere dortige Quellen sind

[1]) R. Ludwig. Bull. Soc. impér. d. naturalist. de Moscou. 1874. 79. — [2]) Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 1. 377. 1842. — [3]) M. Braun. Zs. geol. Ges. 24. 34. 1872. — [4]) Bull. géol. 11. 130. 1840. Mit Abbildungen. Sedillot (Jahrb. Miner. 1838. 584) zählte auf einer Fläche von 300 Schritt Durchmesser 400—500 Kegel, meist nur 5—6, zum Theil 15 bis 18 Fuss hoch. Die Hauptquelle entsprang aus einer Sintermasse, deren Höhe über dem Bach 40 Fuss betrug. Hardouin (Bull. géol. (2) 25. 335. 1868) betont die Abnahme der Kalkabsätze für die dortige Gegend überhaupt. — [5]) Compt. rend. 81. 857. 1875. — [6]) Ann. min. (4) 4. 534. 1843. — [7]) Jahrb. geol. Reichsanst. 9. Verh. 152. 1858. vergl. Ott ib. 15. Verhand. 182. 1865.

Eisensäuerlinge, wie die Färbung des Absatzes zeigt. Nach Hamilton und Strickland[1]) hat eine heisse (85,55⁰) Quelle, die aus dem Olympos entspringt, bei Brussa ein Travertinlager von 2 Miles Länge, 1/2 Mile breite und 33 m Mächtigkeit gebildet. Die Quelle Kükürtli (83⁰), deren Wasser nach Smith[2]) auf 1000 Theile 0,970 Abdampfrückstand giebt und neben anderen Karbonaten und Sulfaten 0,127 Kalkkarbonat enthält, setzt einen Sinter ab, der 97 pCt. $Ca O C O^2$; 1,6 $Mg O C O^2$; 0,8 $Ca O S O^3$; 1,1 $\ddot{F}e$; 0,8 $Si O^2$; Spuren organischer Substanz und Fluorcalcium enthält.

Smith fand in 1000 Theilen des Wassers der heissen, Sinter absetzenden Quellen von Hierapolis, SO von Smyrna, Pambuk Kalessi (Baumwollenkastell) 0,95 Kalkkarbonat. Nach Spratt und Forbes ist ein grosser Theil der Ebenen Pamphyliens mit jüngerem Travertin bedeckt, dessen Bildung noch fortdauert. Der durchscheinende, gelbliche oder hellbläuliche „Tabrismarmor“, Kalkalabaster, an des Ostseite der Urmiahsees bei Maraga, den nach Hitchcock[3]) die Quellen absetzten als sie heisser waren als jetzt, enthält 95,74 pCt. $Ca O C O^2$, 1,33 pCt. $Mg O C O^2$ und 2,93 $Fe O C O^2$. Er liegt unter Travertin und kommt auch in Abänderungen mit concretionärer Struktur vor. Aehnlich sind auch die Tuffe des nahen Salmas zusammengesetzt. Nach Wagner sind die durchscheinenden, meist trübgelben oder weisslichen, aber auch röthlich gefärbten sogenannten Tabrismarmor ältere Absätze der jetzt 18⁰ heissen Quellen von Daschgesan am Fuss des Nedili Dagh.[4])

Ein von der Castaliaquelle in Margaretha, Ohio, abgesetzter, bisweilen sandiger Travertin[5]) enthält:

$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$Ba O S O^3$	$Si O^2$	$\ddot{F}e$ und $\ddot{A}l$	Wasser u. Verlust	
87,77	2,21	0,91	0,18	0,86	8,07	= 100.

Der Gehalt an schwefelsaurem Baryt ist bemerkenswerth. In einer Concretion, welche die 72,8⁰ heisse Quelle von Coconuco bei Popayan abgesetzt hatte, fand Boussingault[6]) sehr hohen Mangangehalt. Sie enthielt 74,2 Kalkkarbonat; 21,0 Manganoxydulkarbonat; 4,0 Magnesiakarbonat und 0,8 pCt. Natronsulfat.

Manganreiche Absätze aus Mineralquellen.

Das Thermalwasser von Gastein enthält auf 100 Theile Kalkkarbonat nach der Analyse von Wolf (No. 14. S. 569) A. und nach der von Ullik[7]) B.

	$Ca O C O^2$	$Mg O C O^2$	$Fe O C O^2$	$Mn O C O^2$
A.	100	7,6	14,8	5,5
B.	100	8,7	2,6	Spur,

[1]) d'Archiac. Hist. géol. 1. 481. vergl. Wutzer in Sitzungsber. niederrh. Ges. LVII. 1857. — [2]) Sill. Amer. J. (2) 12. 12. 1851. Ueber Hierapolis s. auch Ritter. Monatsber. Verhandl. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1. 84. 1840. — [3]) Rep. of meeting Amer. geol. Boston. 1843. 415. — [4]) Reise nach Persien und dem Lande der Kurden. 1852. II. 89. — [5]) Delesse und de Lapparent. Revue de géol. X. 50. 1873. Temperatur der Quelle nicht angegeben. — [6]) Jahrb. Miner. 1834. 48. cf. Des Cloizeaux Minér. II. 95. — [7]) Wien. Akad. Ber. 48. (2. Abth.) 271. 1863. Temperatur 47,08⁰; sp. G. 1,000335. Festes in 1000 Theilen Wasser = 0,3395. Spuren von Rubidium, Caesium, Strontium, Arsen, Fluor und Titansäure; Chlorlithium 0,0027.

während der von Hornig[1]) analysirte, braune, Reissacherit genannte Absatz im neuen Quellenstollen enthält:

$CaOCO^2$	$\dddot{\mathrm{Fe}}$	$\dddot{\mathrm{Mn}}$	Wasser	Sand
$7{,}590$	$14{,}165$	$34{,}155$	$16{,}900$	$27{,}273$, also

$\dddot{\mathrm{Fe}}$ und $\dddot{\mathrm{Mn}}$ als Karbonate berechnet, auf:

$CaOCO^2$	$FeOCO^2$	$MnOCO^2$
100	$270{,}6$	$655{,}1$

und, die Menge von $FeOCO^2$ in A. zu Grunde gelegt, auf $14{,}8$ $FeOCO^2$ $34{,}66$ $MnOCO^2$.

Der Eisengehalt des Absatzes entspricht dem gewöhnlichen, aber verglichen mit ihm ist der Mangangehalt übergross. Als Quelle für beide sind in dem Gestein (Gneiss) vorhanden Feldspäthe, dunkler Glimmer, etwa noch Hornblende, Sphen und manganhaltige Braunspäthe, da der weisse Glimmer sich unverändert im Absatz wiederfindet. Die bisherigen Analysen weisen in allen diesen Mineralien (abgesehen von dem von Simianowsky analysirten Mangandolomit) weniger Mangan als Eisen nach, ebenso die Analysen des Thermalwassers selbst. Darf man als Erklärung annehmen, dass die Hauptmenge des Eisens schon an einer Stelle niedergefallen war, die weiter oben im Quellenstollen liegt? Oder wechselt der Mangangehalt des Wassers? Für Gastein kommt die Thatsache in Betracht, dass höchst wahrscheinlich alle Analysen des Wassers sich auf Untersuchungen nach Absatz von Eisen, Mangan und Kalk beziehen, daher die geringe Menge der festen Bestandtheile. Der Hauptabsatz findet in dem vielfach zerklüfteten Gneiss vor dem Austritt des Wassers statt, wie bei Anlage des neuen Quellenstollens sich erwies.

In Luxeuil setzt die warme Source gelatineuse einen schweren, braunschwarzen, pulverigen Niederschlag ab, der nach Henry besteht[2]) aus:

SiO^2	$\dddot{\mathrm{Mn}}$	$\dddot{\mathrm{Fe}}$	$BaOSO^3$	Silikat von MnO und BaO	Quellsäure	Arsen
$6{,}72$	$81{,}92$	$0{,}99$	Spur	$9{,}34$	$1{,}02$	Spur $= 100{,}99$

Aehnliche Ocker bilden sich in mehreren der Quellen von Luxeuil. Die Analysen der dortigen Thermalwasser durch Leconte[3]) geben keinen Baryt an, das Manganoxyd zusammen mit Thonerde, Eisenoxyd, Fluorcalcium, nur für die Source ferrugineuse du puits romain ist im Liter $0{,}00499$ Manganoxyd und $0{,}00939$ Eisenoxyd gesondert angegeben, also nahe noch ein Mal so viel Eisenoxyd als Manganoxyd. Der Buntsandstein, aus denen die Quellen hervortreten, ist nach Dormoy eisen- und manganhaltig, und kann demnach den Eisen- und Mangangehalt des Quellwassers liefern, aber diese Annahme erklärt nicht, warum vorzugsweise Mangan in dem Niederschlag enthalten ist.

Kersten[4]) fand in dem Absatz der $22{,}5^0$ warmen Quelle im Hause der

[1]) Jahrb. Reichsanst. 7. 312 und 609. 1856. — [2]) J. pharm. ch. (3) 29. 416. 1856 — [3]) Ann. min. (6) 12. 487. 1867. Analysen des Ockers sind dort nicht mitgetheilt. — Rivot fand im Absatz der Therme von Bourbon-l'Archambault neben $14{,}33$ pCt. Kieselsäure $30{,}52$ pCt. Eisenoxyd, $22{,}00$ pCt. Manganoxydoxydul. Delesse und de Lapparent. Revue de Géologie. IV. 33. 1866. — [4]) Karsten und v. Dechen. Archiv f. Min. 1845. 19. 755.

Russischen Krone in Carlsbad: 86,03 Manganoxyd, 0,92 Eisenoxyd, 1,32 Kieselsäure, Kalk Spur, Wasser 10,72 = 98,99 pCt.; eine dem Manganit ($\ddot{M}n$ + aq) entsprechende Zusammensetzung. Ist die Quelle ein Gemisch von Sprudel- und Tagwasser und enthält sie nach der Analyse von Zembsch[1]) dieselben Bestandtheile wie die übrigen Carlsbader Quellen, wenn auch in geringeren, so doch ganz entsprechenden Mengenverhältnissen, so erklärt sich der Manganabsatz ebensowenig als der nach Nöggerath[2]) in einem Wasserkanal bei Nürnberg gefundene. Aehnlich setzt nach Townsend[3]) eine 43,33⁰ warme Quelle am Cap der guten Hoffnung weit ringsum eine sehr dicke Inkrustation von Mangan (wahrscheinlich Oxydhydrat) ab. R. Kane[4]) fand in einer erdigen, meist von Torf gelblichgrauen, mehrere Zoll dicken Schicht, welche bei Glandree, Co. Clare, Irland, unter 2 Fuss Torf lag, in einem unreinen Manganspath:

$MnOCO^2$	74,55	79,94
$FeOCO^2$	15,01	11,04
$CaOCO^2$	Spur	2,43
Sand und Thon	0,33	0,37
Wasser, org. Subst. u. Verl.	10,11	6,22
	100,00	100,00

Kieselsäure-Absatz aus heissen Quellen.

Heisse Quellen, welche, in zersetzten d. h. von dem grössten Theil der Basen befreiten Silikaten aufdringend, in Wasser und Alkalikarbonaten gelösete Kieselsäure enthalten, setzen bei dem Verdampfen — nicht beim Erkalten nach Bunsen's Versuchen[5]) – besonders aus dem über grössere Flächen ausgebreiteten Wasser einen Theil ihres Kieselsäuregehaltes ab, und zwar in bald lockeren, zerreiblichen, bald festen, dichten, später selbst chalcedonartigen Massen als Kieselsäurehydrat, als Kieselsinter und Kieseltuff, bisweilen als Opal, welche etwaige Pflanzenreste erst überrinden und endlich verkieseln. Vermöge ihrer Bildungsweise, Ueberrieselung des schon Abgesetzten, haben die Kieselsinter oft eine wellige Oberfläche und deutliche Schichtung.[6])

Bezeichnend für diese Quellen ist, wie die folgenden Analysen zeigen, das gänzliche Fehlen des Kalkkarbonates und der Eisenverbindungen; höchstens findet sich Eisenoxydhydrat suspendirt und gelangt auf diese Weise in die Absätze. Die in den Kieselquellen neben dem überwiegenden kohlensauren und salzsauren Natron enthaltenen Sulfate von Kali, Natron, Kalk, Magnesia bleiben, als viel leichter löslich, fast völlig nach dem Absatz der Kieselsäure in Lösung. Auch in den Kieselquellen ist die Menge des Kalis viel geringer als die des Natrons.

[1]) Carlsbad, Marienbad, Franzensbad etc. Carlsbad. 1862. 199. — [2]) Karsten und v. Dechen. Archiv. 1842. 16. 511. — [3]) ib. 18. 537. 1844. — [4]) Jahrb. Miner. 1849. 470. — [5]) Ann. Chem. Pharm. 62. 25. 1847. — [6]) Des Cloizeaux (Manuel de Minér. I. 24) fand gebänderte isländische Chalcedonsinter mit einem weissen Pulver bedeckt, das aus kleinen, durchscheinenden, vollkommen sphärischen Kugeln besteht. Die Sinter bestehen aus Kugeln, welche in einer Art von gelatinöser Paste liegen.

Hie und da findet sich mit dem Kieselsinter Schwefel, der aus dem Schwefelwasserstoffgehalt der Quellen hervorging (St. Michael, Terzeira, Steamboat springs in Nevada).

In 1000 Theilen Wasser	1	2	3	4	5	6
Kieselsäure	0,5097	0,5190	0,2630	0,2373	0,1663	0,606
Kohlens. Natron	0,1939	0,2567		s. Natron		—
Kohlens. Ammoniumoxyd	0,0083	—	—	—	—	—
Schwefels. Natron	0,1070	0,1342	0,0108	—	—	—
Schwefels. Kali	0,0475	0,0160	0,0229	—	—	0,075
Schwefels. Kalk	—	—	0,0400	—	—	—
Schwefels. Magnesia	0,0042	0,0091	—	—	—	—
Chlornatrium	0,2521	0,2379	0,2561 a	—	—	1,632
Chlorkalium	—	—	—	—	—	0,095
Schwefelnatrium	0,0088	0,0088	s. Schwefel	s. Schwefel	—	—
Kohlensäure	0,0557	0,0468	nicht best.	0,1019	0,0780	—
Schwefel	—	—	0,0061	0,0036	—	—
Chlor	—	—	—	0,1426	0,0814	—
Natron	—	—	0,1127	0,0681	0,0956	0,229 b
Kali	—	—	—	0,0335	0,0318	—
Kalk	—	—	—	0,0124	0,0042	—
Magnesia	—	—	Spur	0,0311	0,0107	Spur
Kohlensaurer Kalk	—	—	—	—	—	0,035
Thonerde	—	—	—	—	—	0,005
Schwefelsäure	—	—	—	0,0464	0,0549	—
Summa	1,1872	1,2305	—	(0,6919)	(0,5229)	2,657

a) Nach der Menge des Chlors berechnet. — b) Wahrscheinlich in Verbindung mit Kieselsäure. — 1—5 Island. 6. Nordinsel-Neuseeland.

1. Grosser Geysir. Sandberger. Ann. Chem. Pharm. 62. 49. 1847. (sp. G. bei 12^0 1,00077, Barruel.)
2. Grosser Geysir. Damour. ib. (cfr. Bull. géol. (2) 4. 544. 1847.) Nach Barruel 1,1044 Rückstand.
3. Badhstofaquelle bei Reykir. Damour. Bull. géol. (2.) 4. 545. 1847.
4. Badhstofaquelle bei Reykir. Bickell. Ann. Chem. Pharm. 70. 290. 1849.
5. Scriblaquelle bei Reykholt. Bickell. ib.
6. Te tarata. Grosses kochendes Wasserbecken am Ufer des Rotomahana (sp. G. 1,00205). Geglühter Rückstand untersucht. Smith. J. pr. Chem. 89. 186. 1863.

Absätze der Kieselquellen.

	1	2	2a	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kieselsäure	84,43	*87,67	*87,21	91,56	88,26	94,20	86,03	84,78	79,34	88,02	86,80	95,84	92,67
Thonerde	3,07	0,71	1,52	1,04	0,69	1,58	1,21	1,27	3,87	2,99	Spur	Spur	0,80
Eisenoxyd	1,91			0,18	3,26	0,17			1,34			2,68	
Kalk	0,70	0,40	1,71	0,33	0,29	—	0,45	1,09	0,27	0,64	0,36	Spur	0,14
Magnesia	1,06	—	—	0,47	Spur	—	0,40		0,26		Spur	Spur	0,06
Kali	0,92	Spur	Spur	0,16	0,11	—	0,38		0,42	0,40	Spur	Spur	0,18
Natron		0,82	0,66	0,19	0,11	—					Spur	Spur	0,75
Chlornatrium	—	—	—	—	—	0,85	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	—	—	—	0,31	2,49	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser und Flüchtiges	7,88	10,40	8,90	5,76	4,79	3,06	11,52	12,86	14,50	7,99	11,61	1,50	5,45
Summa	99,97	100	100	100	100	99,86	99,99	100	100	100,04	98,77	100,02	100,04

1—4 Island. 5—10 Neuseeland, Nordinsel, am Rande des Roto mahana. 11. Rocky Mountains, Montana-Wyoming. 12. Nevada.

1. Kieselsinter (Geyserit), grosser Geysir. Forchhammer. Pogg. Ann. 35. 331. 1835.
2. Kieselsinter (Geyserit), grosser Geysir. Damour. Bull. géol. (2) 5. 160. 1848.

2a. Kieselsinter (Geyserit), grosser Geysir, chalcedonartig, kugelig abgesondert. Damour. Des Cloizeaux. Manuel de Minéralogie. 25.

3. Kieseltuff. Badhstofaquelle bei Reykir. Bickell. l. c.
4. Kieseltuff. (Geyserit). Scriblaquelle bei Reykholt. Bickell. l. c.
5. Kieseltuff. Quellen bei Taupo. I. W. Mallet. Phil. Mag. (4) 5. 285. 1853.
6. Kieselsinter, nicht erhärtet. Te tarataquelle. Mayer. Petermann. Geogr. Mitth. 1862. 266.
7. Kieselsinter, erhärtet, ebendaher. Mayer l. c.
8. Kieselsinter des Ngahapusprudels. Mayer l. c.
9. Kieselsinter des Whatapohosprudels. Mayer l. c.
10. Kieselsinter des Otuka puarangi-Terrassensprudels. Mayer l. c.
11. „Pealit", Absatz des Upper Geysir-Bassin am Firehole River; sp. G. 2,4903. Peale. A. Neumann. Jahresber. Chem. f. 1873. 1150. (cfr. Petermann. Geogr. Mitth. 1872. 322.)
12. Kieselsinter. Absatz der Steamboatsprings. Woodward. King. Geol. explor. of the fortieth parallel. II. 826. 1877.

Verglichen mit anderen heissen Quellen enthalten die Kieselquellen nur wenig feste Bestandtheile (Max. in 1000 Theilen 2,7), von denen in 1 und 2 Kieselsäure 42—43 pCt. ausmacht. Melchior fand im Wasser der Te tarataquelle 2,732 Rückstand, darunter 0,164 Kieselsäure (= 6 pCt.) und 2,504 Chlor-

natrium; im Wasser des Rua-Kiwisprudels ebenda 2,462 Rückstand, darunter 0,168 Kieselsäure (= 6,9 pCt.) und 1,992 Chlornatrium;[1] Kielmayer im Wasser des Roto punamu ebenda 1,736 Rückstand, darunter 0,231 Kieselsäure (= 13,4 pCt.) und 1,192 Chlornatium.[2] Die geringe Menge Kieselsäure, welche in der kieselsäureärmsten Quelle (Te tarata 0,164 nach Melchior) nur noch so gross ist als in dem 29° warmen Natronsäuerling des Caesarbades von Royat, Auvergne,[3] reicht jedoch hin um mächtige Absätze zu bilden. Der grosse Geysir in Island hat aus seinen Sintern und verkieselte Pflanzenreste führenden Kieseltuffen einen hellaschgrauen, flachgewölbten Kegel von 30 Fuss Höhe und etwas weniger als 200 Fuss Durchmesser aufgebaut,[4] und das Quellsystem, zu welchem er gehört, hat mit Kieselabsätzen eine 1000 m breite und lange Fläche bedeckt.[5] Die Gesammtheit der dortigen Kieselabsätze (formation geysérienne, E. Robert)[6] bedeckt eine Fläche von etwa 2 Lieues Länge und 1/4 Lieue Breite. Neben den noch thätigen Kieselquellen sind Absätze älterer Quellen[7] vorhanden. Auch die Scriblaquelle setzt gegenwärtig nur noch wenig Kieseltuff ab. Man kennt in Island vier Systeme von Kieselsinter absetzenden Quellen: am grossen Geysir; bei Reykholt; am Laugarvatn; bei Uxahver, N. von Myvatn. Auf den Chalcedonen und verkieselten Hölzern bei Uxahver[8] findet sich Apophyllit („Uxahverit"). Da nach den Analysen 1 und 2 das Geysirwasser weder Thonerde noch Eisen enthält (auch Forchhammer und Pfaff fanden beides nicht), so gehört der Gehalt beider im Sinter mechanischen Beimengungen an, von denen Eisenoxyd die leichte Röthung der „Geyserite" (Kieselsinter) bewirkt. Der Wassergehalt der Absätze ist nach Damour's Untersuchungen ungleich. Aehnliche Kieselabsätze kennt man von den Azoren, Madeira, Californien, Nevada,[9] Montana-Wyoming, den Philippinen, aus Mechoacan vom Vulkan S. Andres, Grönland u. s. w. Das Wasser des siedendheissen Kieselbrunnens Naglegbeng bei Tibi, Südluzon, enthält nach Rammelsberg in 1000 Theilen 0,075 Kieselsäure, reichlich Chloride, aber keine Sulfate. Die Absätze bilden dort grosse weisse oder durch eingemengtes Eisenoxyd rothgefärbte Kegel mit ringsum laufenden Stufen, welche durch den zersprengten, aufgeweichten und mit späteren Absätzen wieder abgeglichenen Kieselsinter entstanden. Manche dieser Absätze bilden schalige Röhren, deren rundliche Enden der Oberfläche ein erbsensteinähnliches Ansehen geben. Gasblasen, dem unter noch weichem Absatz hinströmenden Wasser entstiegen, bewirken diese Bildung. Schliesslich

[1]) Petermann. Geogr. Mitth. 1862. 266. SiO^2 in 6 = 22,8 pCt. — [2]) ib. — [3]) Nach Lefort mit 0,167 Kieselsäure (= 7,1 pCt. des Abdampfrückstands von 2,344, neben reichlichen Karbonaten und noch mehr Chlornatrium). Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1857. 725. — [4]) Preyer und Zirkel. Reise nach Island. 1862. 240. — [5]) Sartorius. Physisch-geogr. Skizze von Island. 1847. 134. — [6]) Bull. géol. 11. 339. 1840. — [7]) Krug von Nidda. Karsten. Archiv. 9. 247 und ff. 1836. Nach Damour (Bull. géol. (2) 4. 547 setzt die Quelle von Laugarnes (0,1350 Kieselsäure) bei Reykjavik keinen Kieselsinter ab. Nach Robert findet sich nur im Grunde der dortigen Quellen gallertartige Kieselsäure, die erst lange nach dem Herausnehmen erhärtet. Am Laugarvatn fand Robert (l. c.) alte Kieselabsätze. Die Hvergardenquelle, Südküste von Island, enthält 0,3105 Kieselsäure nach Damour (Bull. géol. (2) 4. 545. 1847). — [8]) Gehören dahin auch die von Des Cloizeaux (Minér. 411) erwähnten Chabasite, die innen Venusschalen von Husavic neben Kalkspath bekleiden? — [9]) Aehnlich wie der Sinter der Steamboatsprings ist der Sinter der Quellen in Ruby Valley nach Woodward l. c. 541 zusammengesetzt.

werden die Röhren mit gelblichweissem Hyalit erfüllt, so dass das Ganze Korallenbildungen ähnelt, was freilich verschwindet, wenn Alles in Hyalit umgesetzt ist. Beim Glühen werden dann in dem anscheinend homogenen Hyalit die Röhren wieder sichtbar, weil ihre Färbung eine etwas andere ist als die der Füllmasse. Nach J. W. Webster sind die Kieselstalaktiten aus den Hohlräumen der Kieselabsätze der 22—98° heissen Quellen bei Furnas, St. Michael, Azoren, mit kleinen Quarzkrystallen bedeckt.[1] Nach Fouqué sind die dortigen Quellen (alkalische und alkalische Schwefel-Quellen, Eisensäuerlinge und Quellen mit freier Schwefelsäure, welche aus oxydirtem Schwefel wasserstoff herrührt), sämmtlich reich an Kieselsäure, welche sie als Kieselsinter absetzen.[2] Kieselsinter aus heissen, neben Chlornatrium und Natronsulfat Borate führenden Quellen sind Seite 489 erwähnt.

Heisse alkalische Schwefelquellen, deren zu Schwefelsäure oxydirter Schwefelwasserstoff den Gesteinen die Basen entzieht und Kieselsäure in leichtlöslicher Form zurücklässt, liefern kieselsäurereiche Absätze. Die 78° heisse Quelle la Cascade bei Olette, Ostpyrenäen, setzt einen rothen Schlamm ab, der nach J. Bouis 74,5 pCt. Kieselsäure, 17,9 pCt. Thonerde und Eisenoxyd, 7,5 pCt. Wasser enthält. In den Spalten des ursprünglich grauen Felsitgesteins (mit 82,6 pCt. $Si O^2$), das endlich zu fast reiner Kieselsäure zersetzt wird, bilden sich Kieselstalaktiten. Diese Kieselsäure enthält bisweilen sehr kleine Quarzkrystalle und ist mitunter mit Gypskrystallen bedeckt. Eine weisse, 1—2 mm starke, strahlige, sehr harte Sinterhaut auf einem vom Wasser der Quelle benetzten Fels ist nach der Analyse derber Stilbit,[3] wie Des Cloizeaux durch optische Untersuchung bestätigt.[4]

Als Ergebniss stellt sich demnach für die Absätze heisser Quellen heraus, dass, abgesehen von den Kieselquellen, bei etwas grösserem Eisengehalt der Quellen die ersten Niederschläge aus pulverigem, dunkelfarbigem Ocker, der Hauptsache nach aus Eisenoxydhydrat bestehen, während die späteren compakteren Absätze immer hellfarbiger werden und, da Eisen und Mangan grösstentheils ausgefällt sind, hauptsächlich Kalkkarbonat enthalten. Eisenreiche Quellen können also entfernter von der Quelle fast eisenfreie Kalke liefern, in denen durch Einschwemmung Nester des suspendirten Eisenoxydhydrates sich finden. Eisenarme Quellen liefern, ausser Ocker, Kalksinter mit wenig Eisen, etwas Gyps, namentlich wenn sie schwefelwasserstoffhaltig sind. Magnesitabsätze finden sich nirgend, obwohl mit dem Kalkkarbonat etwas Magnesia-, unter Umständen auch Eisenoxydul- und Mangankarbonat, Phosphate, Fluorcalcium u. s. w. niederfallen. Ueber manganreiche Absätze s. S. 589. Schwefelquellen setzen Schwefel ab, daneben Kalkkarbonat und wandeln durch Schwefelsäureverbindung die Gesteine der Umgebung um (s. S. 448). Aus zersetzten Gesteinen beladen sich heisse Quellen mit Kieselsäure, welche sich bei Verdampfung des Wassers als Hydrat, seltener mit Quarz gemengt, niederschlägt. Bezeichnend für diese

[1]) De la Beche - Dechen. Handb. der Geognosie. 1832. 147. — [2]) Compt. rend. 76. 1362. 1873. Caldeira velha, Ribeira grande enthält im Liter 0,5 g freie Schwefelsäure.
[3]) Compt. rend. 37. 236. 1853. Das Wasser enthält Borsäure. ib. 36. 229. — [4]) Minér. 553.

Quellen ist das Fehlen des Kalks und Eisens; das Eisenoxyd ist den Absätzen nur mechanisch beigemengt. Die Ockerabsätze der kalkreichen Thermen enthalten Kieselsäure und Silikate.

Die Möglichkeit des Absatzes der Karbonate des Eisens, Mangans, Barytes, Strontians, der Sulfate von Baryt, Strontian, Kalk, der Phosphate und Arseniate, des Flussspathes aus Lösung wird durch das Vorkommen in den Quellabsätzen bewiesen.

Absätze vermittelt durch organische Substanz.

Ausser der im Humus reichlich sich entwickelnden Kohlensäure entstehen aus verwesenden Thier- und Pflanzenstoffen organische Säuren, wie Quell-Quellsatz-, Humus-, Huminsäure u. s. w., welche nach Senft[1]) entweder die Mineralien direkt als „humussaure Salze“ lösen oder, einzelne Bestandtheile aus ihnen aufnehmend, „humussaure“ Lösungen liefern. Das aus dem Stickstoff der Organismen entstandene Ammoniak veranlasst die Bildung „humussaurer Doppelsalze.“ Die durch Oxydation aus diesen Lösungen entstehenden Karbonate und Oxydhydrate schlagen sich nieder, sofern sie schwerlöslich sind. Nach Senft[1]) lösen sich in den „humussauren Verbindungen die Phosphate, Arseniate, Sulfate der alkalischen Erden und der Schwermetalle auf und setzen sich unverändert daraus ab.“

Als Dietrich[2]) 50 g Pegmatolith von Arendal neun Stunden mit 150 g Wasser kochte, welches enthielt

5,75 g	kohlensaures Ammoniak, lösten sich	0,260 g
4,00 g	„ „ „ „	0,245 g
3,56 g	„ „ „ „	0,100 g.

Die Lösung enthielt Alkali, das Silikat war also zersetzt. Brocken von Feldspath haltigen Gesteinen sind in Torfmooren oft kaolinisirt.

Wo die aus Verwesung der Pflanzenstoffe entstandenen Säuren (Humussäure, Quellsäure, Quellsatzsäure u. s. w.) auf Kalk oder kalkhaltigen Boden einwirken, entstehen wahrscheinlich in der eben angeführten Weise Ammoniak-Kalkdoppelsalze, die sich zu amorphem pulverigem Kalkkarbonat umsetzen können. Auf und in Torflagern findet man daher diese Bildungen häufig, entweder als weissen Ueberzug oder als mächtigere Lager. Im Torfmoor zwischen Kirchdorf und Gerstensee, Bern, fand Brunner über Thon eine 2—2½ Fuss mächtige Schicht, die aus amorphem Kalk mit etwas Kieselsäure bestand und keine Infusorien enthielt.[3]) Senft fand bei Eisenach in einem Torflager und auf der Sohle desselben eine bräunlichweisse, schleimig teigige Masse, die an der Luft zu einem zarten, aus runden Körnchen bestehenden, bräunlichweissen Sand zerfiel.[4])

[1]) Zs. geol. Ges. 23. 667. 1871. — [2]) J. pr. Chem. 74. 129. 1858. — [3]) Mitth. naturw. Ges. Bern. 1849. 123. — [4]) Zs. geol. Ges. 13. 339. 1861.

Nach Sendtner bildet der „Alm“ die Sohle aller südbairischen Wiesenmoore und Zwischenlager im Torf selbst. Im frischen Zustande ist er breiig und grumös, trocken ein lockerer, leichter, weisser Sand.[1]) G. Rose fand im Alm, in der Osteocolla und der Bergmilch neben Aragonit mehr oder minder grosse Mengen von amorphem Kalkkarbonat und von Kalk an organische Säure (vielleicht Quellsäure) gebunden. Das specifische Gewicht ist in der Regel höher als das der Kreide.[2]) Nach Kaufmann ist die Seekreide, der weissliche Schlamm am Boden der Schweizer Seen, und die aus Torfmooren durchaus krystallinisch und polarisirend.[3])

Absatz von Eisenoxydhydrat, vermittelt durch organische Substanz.

Kindler beobachtete, dass Wasser einsaugende, abgestorbene Wurzeln den eisenschüssigen Sand vollständig bleichen. Es bilden sich Kohlensäure und organische Säuren, wie Quellsäure, Quellsatzsäure, Humussäure u. s. w., welche das zu Eisenoxydul reduzirte Eisenoxyd lösen.[4]) Höchst wahrscheinlich bewirkt das aus dem Stickstoffgehalt der organischen Substanzen entstehende Ammoniak die Bildung leichtlöslicher Doppelsalze. Dieselbe Erscheinung zeigt sich in Wäldern und Gärten; unter moderndem Laube liegt entfärbter Sand.[5]) Was von Eisenoxyd gilt, gilt auch für Manganoxyd. Aus den gelösten Doppelsalzen entstehen durch Oxydation Eisenoxydhydrat und Manganoxyde. Forchhammer fand überall in den Dünenthälern der bewachsenen Dünen Dänemarks Eisenabsatz, welcher durch die langsame Einwirkung der Humussäure auf den eisenschüssigen Sand bedingt wird.[6]) Um die Quellen herum und in allen kleinen Wasserläufen setzt sich der aus dem Eisenkarbonat und den organischsauren Eisensalzen entstandene Eisenoxydhydratschlamm ab und wird, gelegentlich bei steigendem Wasserstande fortgeführt, in den niedriger gelegenen Stellen der Ebene abgelagert. Beim Austrocknen trennen sich die dünnen Lagen in unregelmässige Scheiben; da ihr Rand mehr als die Mitte der Wirkung von Sonne und Luft ausgesetzt ist, krümmen sie sich, der Wind reisst sie los, rollt sie über den Boden weg, und so entsteht eine hohle Kugel, eine bohnerzähnliche Bildung.[7])

Wo es an organischen Säuren nicht fehlt, wie in Torfmooren, Sümpfen, Morästen, wird von ihnen und der Kohlensäure Eisenoxydul aufgelöst, das sich zu Eisenoxydhydrat oxydirt und sich als solches niederschlägt. Das Wasser spielt auf der Oberfläche mit Regenbogenfarben, durch eine dünne Haut von Eisenoxydhydrat bedingt; ausserdem wird aus der Umgebung Phosphorsäure und Kieselsäure aufgenommen neben geringen Mengen von Kalk, Magnesia, Thonerde. Manganoxyde begleiten, wie überall, die Oxyde des Eisens. In diesen das Eisen der Umgebung concentrirenden Niederschlägen, die als Wiesen-

[1]) Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854. 123 und ff. — [2]) Abhandl. Berl. Akad. 1856. 73. — [3]) Verhandl. geol. Reichsanst. 1870. 205. — [4]) Pogg. Ann. 37. 203. 1836. Auch von Daubrée beobachtet. — [5]) Bischof. Chem. Geol. I. 562. — [6]) Jahrb. Miner. 1841. 17. — [7]) Kindler. l. c. „Tophus globosus natus e ferro in arena, a centro multiplicatus versus peripheriam.“ Linné. Citat in Zs. geol. Ges. 18. 108. 1866.

erz, Seeerz, Sumpferz u. s. w., als **Raseneisenstein** in den Niederungen Skandinaviens, Russlands, Norddeutschlands, Nordamerikas u. s. w. auftreten, bildet daher neben dem in sehr verschiedenen Mengen beigemengten Sand Eisenoxydhydrat (zum Theil als quellsaures, quellsatzsaures,[1]) humin- und ulminsaures, kieselsaures,[2]) phosphorsaures Eisenoxyd) den Hauptbestandtheil, daneben finden sich Manganoxyde, Thonerde, Kalk, Magnesia, lösliche Kieselsäure; enthielten die Torfmoore Schwefelkies oder traten in irgend welcher Weise schwefelsaure Eisensalze hinzu, so findet sich im Raseneisenstein basisch schwefelsaures Eisenoxyd. Spuren anderer Metalle (Chrom, Arsen, Molybdän, Nickel, Kobalt, Zink u. s. w.) sind in schwedischen Seeerzen nachgewiesen. Frisch heraufgeholte, ockerartige See- und Wiesenerze enthalten Ammoniak. Die Zusammensetzung der Raseneisensteine ist eine sehr wechselnde. Vergl. die Analysen 32 schwedischer Sumpf- und Seeerze durch Svanberg in Berzelius Jahresber. für 1838. 323; Senft, die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen. Leipzig. 1862. 174; von der Mark, Verhand. naturh. Ver. Rh. u. Westf. 15. 40. u. f. 1858 u. s. w.

Eine humusartige, in Säuren unlösliche, in Aetznatron lösliche Substanz, welche von verwesenden Pflanzenstoffen herrührt, bildet das Bindemittel einer braunrothen bis dunkelschwarzbraunen Sandschicht, welche an vielen Orten (nach Forchhammer[3]) von Antwerpen bis nach Schonen) nahe unter der Oberfläche und noch jetzt sich bildend bis zu drei Fuss Mächtigkeit auftritt und, weil Wasser nicht durchlassend, der Vegetation hinderlich ist. Sie heisst Ahl, Fuchserde, Bickerde,[4]) auch wohl Ortstein, obwohl mit diesem Namen eigentlich Raseneisenstein bezeichnet wird. Sie unterscheidet sich von diesem dadurch, dass sie sich im Feuer weiss brennt. Unmittelbar über der Fuchserde zeigt sich der durch Eisenoxydhydrat gelblich gefärbte Sand gebleicht. In Fuchserde von Brackwede 1, bei Dalbke 2, aus dem Lippethal 3, aus der Nordenfeldmark 4, sämmtlich bei Hamm, fand von der Mark[5]) ausser Sand

	1	2	3	4
Humusartige Substanz	5,95	2,84	9,95	4,70
Eisenoxyd durch Salzsäure ausgezogen	0,90	0,25	0,84	0,59
Kalkerde	Spur	Spur	Spur	Spur

Analysen ähnlicher Bildungen, in Frankreich Alios genannt (mit bis 15 pCt. Eisenoxyd), führen Delesse und de Lapparent[6]) an.

[1]) Schon von Berzelius (Jahresber. Chemie f. 1836. 211) nachgewiesen. — [2]) Der harzähnliche glänzende Theil der Raseneisensteine ist basisch kieselsaures Eisenoxyd, das bei der Auflösung gelatinöse Kieselsäure gibt. Stapff. Zs. geol. Ges. 18. 110 und 167. 1866, wo über die Bildung der Raseneisensteine ausführlich gehandelt ist. — [3]) Jahrb. Miner. 1863. 769. Auch Manganoxyd findet sich im Ahlsandstein. — [4]) Berendt. Geologie des kurischen Haffs und seiner Umgebung. Königsberg. 1869. 35. Im Memeldolta Ziegelerde, in Westfalen Heide-Oor genannt. — [5]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. (3) 7. 41. 1870. Vergl. ib. (2) 5. 45. 1858. — [6]) Revue de géol. VIII. 50; X. 57; XIII. 50. 1877. vergl. Faye. ib. IX. 42. 1873.

Absatz von Schwefelmetallen vermittelt durch organische Substanz.

Die Sulfate werden durch organische Substanz zu Schwefelmetallen, seltener zu Metallen reduzirt (s. S. 159.). Schwefelmetalle können daher als Vererzungsmittel (s. S. 88) und als Bindemittel von Conglomeraten auftreten. Die Bildung derselben geht auch da vor sich, wo die Sulfate aus Metallkarbonaten und Sulfaten der Alkalien und alkalischen Erden hervorgehen. Am häufigsten findet sich in dieser Weise jetzt noch entstehend Schwefeleisen, meist als FeS^2, seltener[1]) als Fe S. Entsprechend entstehen Schwefelmetalle auch da, wo gelöste Sulfate und organische Substanz auf gediegene Metalle einwirken, so in Thermen auf römischen Münzen und alten Metallarbeiten; im Erdboden auf alten Bronzen und im Meerwasser auf Münzen, Eisenblechen u. s. w.; in Abzugskanälen und Strassenschlamm aus dem Eisen der Wagenräder und des Hufbeschlages der Pferde und den durch organische Substanz zu Sulfuriden reduzirten gelösten Sulfaten. Ein grosser Theil der Schwefelmetalle, zunächst der in neptunischen Bildungen (Sedimenten) vorkommende, entstand aus Sulfaten, welche durch organische Substanzen reduzirt wurden. Dahin gehörte namentlich Schwefelkies. Er entsteht aus den durch organische Substanz reduzirten Eisensulfaten, ferner aus den oft geringen Mengen von Eisenoxydulkarbonat und Sulfaten der Alkalien und alkalischen Erden bei Gegenwart organischer Substanzen.[2]) Die Bildung ist noch jetzt häufig zu beobachten, so in Torfmooren, in Absätzen der Quellen und Thermen, vitriolhaltiger Grubenwasser, des Meerwassers, wo die Küste lösliche Eisenverbindungen liefert, u. s. w. Folgende Beispiele mögen genügen. Auf altem Grubenholz in St. Juliano, Provinz Huelva, Spanien, fand Schönichen bis 3 Linien starken Absatz von Schwefelkies,[3]) aus vitriolhaltigem Wasser reduzirt. In einem Steinkohlenschacht von Südstaffordshire, der 8 Jahre mit Wasser gefüllt blieb, entstand nach Percival ein Conglomerat, dessen Bindemittel Schwefelkies bildete.[4]) Absätze von Quellen und Thermen: in Leitungen von Chaudesaigues,[5]) Cantal, (Longchamp;[6]) Burgbrohl (Bischof[7]); auf Geschieben von Quarz und Grauwacke, Roisdorf bei Bonn (Nöggerath[8]); auf Holzwerk des Gutjahrsbrunnen, Halle a/S. (Gilbert[9]); auf Feuersteinwaffen, im Kalk der Ziegel der Leitung, auf Sandkörnern, Bourbonne-les-Bains (Daubrée[10]); in Erbsensteinen der Quellen von Hammam-Meschoutin (Daubrée[11]). Kalte Quellen, welche neben Gyps Karbonate von Kalk und Eisenoxydul enthalten, setzen da, wo sie mit organischen Substanzen in Berührung kommen, neben Kalktuff Schwefeleisen ab, z. B. bei Schöppenstedt (Märtens[12]). Der schwarzgraue Schlammabsatz des Schwefelwassers (10,⁰)

[1]) Einfachschwefeleisen Fe S zersetzt sich leicht mit Säuren. — [2]) Ueber Eisenkies aus Eisen, Sulfaten und organischer Substanz entstanden, s. S. 602. — [3]) Jahrb. Miner. 1864. 87. — [4]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. V. 120. 1868. — [5]) Nach Bouillet (Descr. scient. de la Haute-Auvergne, Paris. 1834. 68) bildet Schwefelkies in dem Bach, der das natronsulfathaltige Thermalwasser aufnimmt, das Bindemittel für Sand und Kies. Bisweilen liefert die Quelle etwas SH^2 und setzt Schwefel ab. — [6]) Ann. chim. phys. 32. 294. — [7]) Chem. Geol. 1. 558. — [8]) Jahrb. Miner. 1836. 580. — [9]) Gilbert. Ann. Phys. 74. 206. 1823. — [10]) Compt. rend. 81. 855. 1875. — [11]) Bull. géol. (3) 4. 54. 1876. — [12]) Jahrb. Miner. 1855. 34. Die dort gegebene Theorie erscheint nicht zulässig.

von Stolypin (SO der Wolga) enthält nach Abrechnung von Wasser, organischer Substanz und Sand nach C. Schmidt a; das Wasser enthält in 1000 Theilen nur $0,_{0002}$ Eisen- und Manganoxydul-Karbonat; $2,_{8322}$ Chlorcalcium; $1,_{6521}$ Chlormagnesium; $0,_{1075}$ Magnesiakarbonat; $1,_{9493}$ Alkalisulfate und $0,_{0273}$ Schwefelwasserstoff neben anderen Salzen, namentlich Choralkalien.[1])

Der schwarzgraue Schlammabsatz des Eisenwassers ($9,_{4}{}^{0}$) von Stolypin enthält nach Abrechnung von Wasser, organischer Substanz und Sand nach C. Schmidt b, das Wasser in 1000 Theilen $0,_{0527}$ Eisenoxydulkarbonat; $0,_{0007}$ Manganoxydulkarbonat; $0,_{0393}$ Kalkkarbonat; $0,_{2774}$ Magnesiakarbonat; $0,_{5490}$ Alkalisulfat neben Chloriden von Natrium, Lithium, Calcium, freier Kohlensäure und anderen Salzen.[2])

	a	b
Einfach Schwefeleisen (Fe S)	$14,_{02}$	$0,_{97}$ (Fe S + Fe S²)
Zweifach Schwefeleisen (Fe S²)	$11,_{35}$	
Schwefelcalcium	$27,_{18}$	—
Eisenoxyd	—	$66,_{80}$
Kalkkarbonat	$15,_{16}$	$23,_{55}$
Magnesiakarbonat	$12,_{75}$	$6,_{69}$
Kalkphosphat	$0,_{05}$	—
Lösliche Soolsalze	$19,_{49}$	$1,_{99}$
	100	100

Auf 100 Kalkkarbonat kommen nach den letzteren Zahlen

im Wasser $705,_{85}$ Magnesiakarbonat und $134,_{10}$ Eisenkarbonat
im Schlamm $27,_{98}$ „ „ $415,_{88}$ „

wenn man $0,_{97}$ FeS und $66,_{80}$ FeO^3 auf Karbonate des Eisenoxyduls berechnet. Im Schlamme ist also relativ zum Kalkkarbonat drei Mal mehr Eisenkarbonat und 39 Mal weniger Magnesiakarbonat enthalten als im Wasser. Wo das Meer eine Küste begrenzt, welche leichtlösliche Eisenverbindungen liefert, ist bei Gegenwart organischer Substanz und durch die in Meerwasser enthaltenen Sulfate die Bildung von Schwefeleisen gegeben: der Schlamm ist schwarz durch Schwefeleisen. An der Küste von Liv- und Ehstland, bei Hapsal, Arensberg (Oesel), Insel Mohn, wo die Küste von einem Dolomit gebildet wird. welcher bis 4 pCt. Eisenoxydulkarbonat (zum Theil zu Eisenoxyd verwittert) enthält, findet sich nach Schrenk[3]) in dem getrockneten Schlamm bis $4,_{3}$ pCt. Einfachschwefeleisen. A. Goebel[4]) bestimmte in dem bei 110° getrockneten Schlamm von der grossen Wiek bei Arensberg den Gehalt an Einfachschwefeleisen zu $0,_{166}$, von Doppelschwefeleisen zu $3,_{285}$ pCt. Nach Malaguti und Durocher enthält der jetzt bei St. Malo sich ablagernde bläuliche Mergel $0,_{25}$ pCt. Einfachschwefeleisen, welches die bläuliche Färbung bedingt.[5]) In einer

[1]) Mél. phys. et chim. tirées du Bull. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersb. VI. 577. 1865. — [2]) ib. VII. 127. 1867. — [3]) Archiv f. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands. I. 1. 104 und 193. 1854. Das Kalkkarbonat des Dolomites findet sich im Schlamme wieder, aber nicht das Magnesiakarbonat. — [4]) ib. 146. — [5]) Compt. rend. 34. 695. 1852. Lange unter Wasser aufbewahrte Porzellanmasse von Sèvres wird schwarzblau durch Einfachschwefeleisen

Spalte eines Stückes Holz der königlichen Yacht Osborne fand Daubrée Schwefelkies. Das Schiff hatte in einem Bassin gelegen, welches eine Mischung von Meer- und Süsswasser (vielleicht mit Stadtlauge) empfängt.[1])

Zinkoxydsulfat, aus Blende durch Oxydation entstanden, fanden Bischof und Nöggerath in Grube Altglück bei Ueckerath zu Schwefelzink reduzirt, und dieses auf altem Grubenholz als fast zwei Linien starken, schaligen Sinter abgesetzt. Er enthielt $37{,}_{571}$ Schwefelzink, $0{,}_{279}$ Schwefelcadmium; $0{,}_{241}$ Schwefel; $1{,}_{392}$ Eisenoxyd und $60{,}_{517}$ pCt. in Salpetersäure Unlösliches, Wasser, organische Substanz. Der Bruch zeigte keine Spur krystallinischen Gefüges.[2]) Am Herrenberg bei Nirm beobachtete V. Monheim auf Holz im alten Mann und in der Nähe gelbe, meist schuppige, etwas krystallinische Absätze aus Schwefelzink und Schwefeleisen. In der Nähe stehen Blende und Schwefelkies an.[3]) Nach vom Rath ist das Holzwerk der alten Stollen der Grube Silbersand bei Mayen zuweilen mit Schalenblende überzogen.[4])

Daubrée sah auf römischen Bronzen, die bei Aufräumen der Thermen von Plombières gefunden wurden, Kupferglanzkrystalle; römische Bronzemünzen aus der Nähe der Quellen du Pinat (50°) in Bagnères-de-Bigorre waren ganz in Schwefelkupfer umgewandelt und ausserdem mit einem dünnen Ueberzug von Kupferkies oder Buntkupfererz bedeckt.[4]) Auf römischen Bronzemünzen der Thermen von Bourbonne les Bains (60°) sah Daubrée Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz und Antimonfahlerz in Krystallen. Der Zinngehalt der Münzen ist auf der Aussenfläche als erdiges, weisses Zinnoxyd abgeschieden. Der Antimongehalt des Fahlerzes stammte nicht aus den Münzen. Der Kupferglanz zeigte einen feinen Ueberzug von Kupferindig. Auf einem Stück antimonhaltigen Bleies fand er Bleiglanz und daraus entstandenen Bleivitriol; in einem Bleirohre hatte sich Bleihornerz, darüber ein Ueberzug von Bleiglanz, in einem Bronzerohr eine Haut von Atacamit gebildet.[6]) Gouvenain fand römische Bronzemünzen aus den Thermen (52°) von Bourbon- l'Archambault, Allier, ganz in Kupferkies umgewandelt, oder sie zeigten dem Kern zunächst eine Schicht Kupferglanz, darüber Buntkupfer und endlich Kupferkies. Zwischen den beiden letzteren fanden sich ein Mal Coelestinkrystalle.[7]) Eine Hohlform, nach einer fast ganz verschwundenen Eisenplatte gebildet, bestand aus Schwefelkies, an der Innenseite lagen Eisenspathkrystalle[8]). Die Canalwände der Quelle werden von einer brüchigen Breccie gebildet, welche aus verkitteten Quarzkörnern, etwas Glimmer und Bleiglanz und ziemlich viel Cölestin besteht. Bruchstücke eines nieren- oder traubenförmigen Ueberzugs bronzener Waffen, gefunden in den Kelten-

(FeS), da das Wasser Gyps und organische Substanzen, die Thonmasse etwas Eisen enthält. Die Färbung verschwindet durch Oxydation (FeS zu $FeOSO^3$), wenn man die Masse der Luft aussetzt. Ebelmen. Bull. géol. (2) 9. 223. 1852.

[1]) Compt. rend. 81. 857. 1875. — [2]) Schweigger. J. Chem. Phys. 65. 256. 1832. Bischof. Chem. Geol. I. 560. — [3]) Verhandl. naturhist. Ver. pr. Rheinl. Westf. 6. 26. 1849. — [4]) Pogg. Ann. 136. 433. 1869. — [5]) Bull. géol. (2) 19. 529. 1862. Eisen Spur im Wasser von Plombières. — [6]) ib. (3) 3. 308. 1875. Jahrb. Miner. 1875. 749. Compt. rend. 80. 461 und 604; 81. 182 und 1008. 1875. Wasser in 1000 Th. $0{,}_{003}$ Th. $FeOCO^2$. — [7]) Compt. rend. 80. 1297. 1875. Die kalkigen Absätze der Quelle enthalten Strontian. — [8]) Daubrée. ib. 1300.

gräbern am Salzberg bei Hallstadt, fand Priwoznik[1]) aus Covellin (Cu S) bestehend. Darunter lag an einigen Stellen und nur 10,5 mm stark eine schwarzgraue Schicht aus Cu^2 S, welchen 15 pCt. Zinn beigemengt ist; unter dieser lag eine aus 59,8 pCt. Cu^2 S, 23,2 pCt. Zinn, 3,4 pCt. Wasser bestehende Schicht. Die Umwandlung der Bronze, welche 90—92 pCt. Kupfer, 6,5 bis 9 pCt. Zinn, Spuren von Fe, As, Ni, Ag, Co, Pb, S enthält, in Schwefelkupfer war erfolgt durch Sulfate oder durch Schwefelwasserstoff haltende, aus organischen Substanzen herrührende Gase. Nach Mallet[2]) liefert verzinktes Eisenblech nach langem Aufenthalt im Meere Zinkblende; nach Hayes[3]) zeigten Silbermünzen, die 35 Jahre lang 50—80 Fuss tief vom Meerwasser bedeckt waren, eine krystallinische Kruste aus Schwefelsilber, Schwefelkupfer und Schwefelgold. Braconnot zeigte, dass die schwarze Farbe des Schlammes aus einem Abzugskanal in Nancy von Einfachschwefeleisen (Fe S) herrührt, das mit Salzsäure Schwefelwasserstoff entwickelt.[4]) Chevreul wies dieselbe Bildung unter dem Pariser Strassenpflaster nach. Schwefelcalcium, aus Kalksulfat durch organische Substanzen reduzirt, und das Eisen der Wagenräder u. s. w. vermitteln die Entstehung.[5])

Reduktionen von Sulfaten zu Metall durch organische Substanz.

Am Holzwerk der Kupfergrube Cronebane, Wicklow Co, Irland, deren Wasser Sulfate von Kupferoxyd und Eisenoxydul enthält, fand Mallet Krystalle reinen Kupfers,[6]) C. Weltz Gediegen-Kupfer auf der Zimmerung alter römischer Stollen bei Riotinto, Südspanien.[7]) Holzstruktur, durch das eingedrungene Gediegen-Kupfer erkennbar, sah Nöggerath in Pflanzenstammstücken von Corrorero, Peru-Bolivia[8]), Bischof in Freiberg Gediegen-Kupfer aus dem alten Mann, welches einen Holzspahn einschloss, und Kupfer aus einer verdünnten Kupfervitriollösung ausgeschieden, welche lange in hölzernen Gefässen aufbewahrt war.[9]) Als dünner Ueberzug findet sich Gediegen-Kupfer auf Fischresten des Kupferschiefers von Riechelsdorf nach Bischof.[10]) Issel sah an der Colla di Sisa, östlich des Monte Creto, Bisagnothal, Ligurien, Zähne von Oxyrhina vollständig in Kupfer umgewandelt,[11]) K. v. Fritsch einen Ueberzug von Gold auf einer fossilen Kohle von Vöröspatak.[12]) In einem Stück sog. versteinerten Holzes vom Ansehen des Sumpferzes von einer schwimmenden Insel im Ralånger See bei Katharinenholm, Småland, fand J. F. Bähr metallisches Eisen. Es fand sich in der noch deutlich organische Struktur zeigenden Masse in Form von kleinen Körnern, Blättchen und als Staub, gemengt mit Eisenoxydhydrat und organischen Theilen. Die porösen Körner hatten ein sp. G. von 6,238 bis

[1]) Ann. Chem. Pharm. 163. 375. 1872. — [2]) Bischof. Chem. Geol. 1. 561. — [3]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1851. 650. — [4]) Ann. chim. phys. 50. 213. 1832. — [5]) Compt. rend. 43. 128. 1856. — [6]) Jahrb. Miner. 1838. 144. — [7]) Kopp und Will. Jahresber. f. 1862. 706. — [8]) Correspondenzbl. 89 in Verh. naturhist. Ver. Rhl. u. Westf. 38. 1871. — [9]) Chem. Geol. III. 862 und 865 = Pogg. Ann. 3. 195. 1825. — [10]) Chem. Geol I. 184. — [11]) Boll. geol. d'Italia. 1878. 227. — [12]) Ueber die Mitwirkung elektrischer Ströme bei der Bildung einiger Mineralien. Göttingen. 1862. 31.

6,497.[1]) Nach Stapff ist dies Eisen wahrscheinlich Roheisen, welches im Hohofen ein Stück Holzkohle durchdrungen und deren Gefüge angenommen hat.[2])

Bildung der Nitrate.

Die nicht zahlreich natürlich vorkommenden Nitrate sind von zersetzten organischen Substanzen abzuleiten.

Natronsalpeter (Nitratin, $Na^2 O N^2 O^5$) findet sich in sehr bedeutenden Mengen in Südperu bis Nordchile (daher Chilisalpeter), namentlich in Atacama, in Verband mit Salzablagerungen. Bald sind diese Salzfelder (Salares) unbedeckt und unter ihnen liegt, namentlich an den Rändern, das salpeterhaltige Mineral (Caliche). Bald bildet Schutt und Sand die Oberfläche, darunter folgt ein Gemenge von Gyps und kleinen Steinchen (costra) und unter diesen in unregelmässigen schwachen Schichten die Caliche. Sie hat sehr wechselnde Zusammensetzung und enthält 48—75 pCt. Natronnitrat, 20—40 pCt. Chlornatrium, im Rest wechselnde Mengen von Natron- und Kalksulfat, Magnesia- und Kalisalpeter, Kalijodat und von organischer Substanz (Guano), nach Schönbein auch Nitrite. Damit kommen zusammen vor, sowohl an den Grenzen der Salperterfelder als auch isolirt, Knollen von Boronatrocalcit ($Na^2 O + 2 Ca O + 6 B^2 O^3 + 18$ aq), die noch Chlornatrium, Gyps, Glaubersalz enthalten und oft Glauberitkrystalle einschliessen, und Knollen von Hayesin (Borocalcit, $Ca O + 2 B^2 O^3 + 6$ aq), welcher begleitet wird von Glauberit und Magnesiaalaun. Da Boronatrocalcit an Wasser Natronborat abgibt, so erklärt sich Bildung von Hayesin. Nach Kraut findet sich der Boronatrocatcit (ebenso wie der ihn begleitende Glauberit s. S. 90) in Gyps umgewandelt.[3]) Sind diese Borate Absätze heisser Quellen, ähnlich wie die S. 490 erwähnten? Ueber die Entstehung des Chilisalpeters sind vielerlei Ansichten ausgesprochen. Die Betheiligung des Meeres erscheint zweifellos. Nöllner[4]) leitet mit grosser Wahrscheinlichkeit den Chilisalpeter aus gewaltigen Massen von Seetangen ab, die, sämmtlich stickstoffhaltig, durch Stürme an das sich hebende und so dem Einfluss des Meeres entzogene Ufer geworfen, durch langsame Oxydation das Nitrat lieferten. Er führt für seine Ansicht und für die Betheiligung des Meeres auch den Jodgehalt des Chilisalpeters an, dessen geringer Kaligehalt der Kalimenge in den Tangen entspricht. Ein Bromgehalt des Chilisalpeters ist nirgend angegeben.

Als Efflorescenzen mancher Höhlen der Kalkgebirge und der Oberfläche findet sich mehr oder weniger unreiner Kalisalpeter ($K^2 O N^2 O^5$), Kalksalpeter ($Ca O N^2 O^5 +$ aq) und Magnesiasalpeter ($Mg O N^2 O^5 + 6$ aq?). Ein Karbonat, Humus, ein Ammoniaksalz und Gegenwart von Wasser scheinen die Bildung der Nitrate zu bedingen, deren Salpetersäure nach Millon durch Oxydation von Ammoniak entsteht. Nies[5]) fand im Kalktuff von Homburg am Main

[1]) Liebig und Kopp. Jahresb. Chem. f. 1851. 754. Aus Oefvers. Vetenskab. Akad. Forhandl. „Der Gehalt an Kobalt und Nickel ist sehr merkwürdig.“ Bischof. Chem. Geol. II. 865. — [2]) Zs. geol. Ges. 18. 130. 1866. — [3]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 773. — [4]) J. pr. Chem. 102. 459. 1867. — [5]) Jahrb. Miner. 1873. 551.

einen kleinen Gehalt an Kalisalpeter, dessen Kaligehalt vielleicht dem höher gelegenen Röth entstammte.

Bildung von Oxalaten und Mellitaten.

Die sparsam als Mineralien auftretenden oxalsauren und honigsteinsauren Verbindungen sind von zersetzter organischer Substanz abzuleiten.

Whewellit (oxalsaurer Kalk, $2\,CaO + 2\,C^2O^3 + 2\,aq$) ist von Brooke auf Kalkspath beobachtet. Thierschit nannte Liebig[1]) einen von Thiersch auf den Säulen des Parthenons in Athen beobachteten Ueberzug, den er von Flechten herleitet. In Flechten und anderen Pflanzen sind Krystalle von Kalkoxalat häufig nachgewiesen.

Humboldtit ($2\,FeO + 2\,C^2O^3 + 3\,aq$) ist in den Braunkohlen von Luschitz bei Kolosoruk, Duisburg und Gross Almerode, ferner auf schwarzen, oberdevonischen, bituminösen, Schwefelkies führenden Schiefern von Cape Ipperwash oder Kettle Point am Huron[2]) beobachtet. Man darf die Oxalsäure betrachten als entstanden durch die Einwirkung der Schwefelsäure der Kiese auf organische Substanz. Nach ihrem Vorkommen sind die Honigsteine (mellithsaure Thonerde $= \ddot{A}l + C^{12}O^9 + 18\,aq$) in derselben Weise entstanden.[3]) Sie finden sich in Braunkohlen[4]) und in der Steinkohle von Malöwka; in Luschitz mit Humboldtit (= Oxalit) und Keramohalit.

Pigotit nennt man einen Ueberzug, den Pigot auf Granit in Höhlen von Cornwall beobachtete. Es scheint eine Verbindung von Thonerde mit mudesiger Säure zu sein, nach Johnston $4\,\ddot{A}l + C^6H^5O^8 + 27\,aq$. Aehnliches ist auch an anderen Orten beobachtet.

Guano.

Im Guano treten zahlreiche Salze krystallisirt und als stalaktitische Ueberzüge auf, namentlich Karbonate, Oxalate, Phosphate und Sulfate, zum Theil aus Einwirkung des Löslichen auf die Unterlage entstanden.[5]) Dahin gehören: Teschemacherit, $Am^2O + 2\,CO^2 + aq$; nach Barral noch zwei andere ähnliche Verbindungen; Salmiak; oxalsaures Ammoniak; phosphorsaures Ammoniak; Stercorit (Natron-Ammonphospat); Struvit (Magnesia-Ammonphosphat);[6]) Taylorit (Kali-Ammonsulfat); Lecontit (Natronkali-Ammonsulfat). In Sombrero, wo das aus Guano Gelöste auf den unterlagernden Korallenkalk wirkte (s. Versteinerungsmittel) finden sich: Brushit $= 2\,CaO + H^2O + P^2O^5 + 4\,aq$; Metabrushit

[1]) Ann. Chem. Pharm. 86. 113. 1853. — [2]) Logan. Geol. Canada. 387. 513. — [3]) Fr. Schulze erhielt Mellithsäure durch Oxydation von Holzkohle (auch Graphit) mit Uebermangansäure in alkalischer Lösung. Ber. Chem. Ges. 1871. 802 und 806. — [4]) Ob der in Walchow, Mähren, in Kreidesandstein, dem Dache des Alaunschieferflötzes, gefundene, angebliche Honigstein (Reuss. Jahrb. geol. Reichsanst. 5. 734. 1854) Mellithsäure enthält, ist nicht nachgewiesen. Er hinterlässt nach dem Glühen Thonerde. Berzelius. Jahresber. f. 1846. 261. — [5]) Wo Guano in Philipp Island, Victoria, auf Basalt liegt, findet sich in diesem Vivianit. Selwyn und Ulrich. Notes sur la geogr. phys. de Victoria. Melbourne. 1866. 82. — [6]) Zuerst in alten Kloaken in Hamburg gefunden.

$= 2\,CaO + H^2O + P^2O^5 + 3\,aq$; Ornithit $= 3\,CaO + P^2O^5 + 2\,aq$; Zengit $= 2\,CaO + H^2O + P^2O^5 + (3\,CaO + P^2O^5)$; Kollophan $= 3\,CaO + P^2O^5 + aq$. Letzterer amorph und mit Kalkkarbonat gemengt.

Versteinerungs- und Vererzungsmittel.

Sicher sind die Versteinerungs- und Vererzungsprocesse auf nassem Wege vor sich gegangen, und mit Recht hebt Bischof hervor, dass sie ein weiterer Beweis für die Bildung der Pseudomorphosen und mancher Mineralien der Gänge auf nassem Wege sind. Von den Mineralien, durch welche jene Processe erfolgen, sind Kalkspath, Kieselerde und Eisenkies die bei weitem häufigsten. Die Bildung der Sulfuride erklärt sich auch hier durch Reduktion von Sulfaten durch organische Substanz. Dass die Schalen der Organismen oft als Filter wirken, sieht man an den Ammoniten, deren Wohnkammer mit kalkhaltigem Thon erfüllt ist, während die übrigen Kammern mit Kalkspath ausgekleidet sind und eine Reihe von anderen krystallisirten Mineralien wie Quarz, Schwerspath, Blende, Kupferkies u. s. w. enthalten. Nicht selten ist der Sipho oder die Scheidewand der Kammern (Whitby) in Kies umgewandelt. Bisweilen findet sich Kohlenblende als Rest der organischen Substanz. Die Stelle der aufgelösten Kalkschalen kann später durch andere Mineralien eingenommen werden, so dass man dann nicht eigentlich von Versteinerung reden kann.

1. Karbonate.

Unter allen Versteinerungsmitteln ist Kalkkarbonat das häufigste. Oft ist von der früheren organischen Struktur nichts mehr zu sehen, oft ist sie erhalten. Der ursprüngliche Aragonit der Conchylien ist meist in Kalkspath umgewandelt; bisweilen hat die Schale (wie von Paludina diluviana aus Diluvialthon von Glindow bei Potsdam, von Pectunculus pulvinatus der Kreide von Klein-Spouwen bei Mastricht u. s. w.) nach G. Rose das specifische Gewicht des Aragonites. Gewöhnlich haben die Schalen der Tertiär-Mollusken das specifische Gewicht des Kalkspathes. Bei den Radiaten bestehen die Stacheln, jedes einzelne Stück der Schale, Arme und Stiele der lebenden Thiere aus einem einzigen Kalkspathindividuum, so dass also bei der Versteinerung unter Entfernung der organischen Substanz der Kalkspath sich an den schon krystallisirten Kalkspath anlegte und die Höhlungen in demselben ausfüllte. Die Spaltungsflächen der fossilen Stacheln sind wohl glattflächig, aber diese selbst sind nie durchsichtig.[1])

Nach Blum tritt Kalkkarbonat als faseriger, körniger, selbst als dichter und erdiger Kalkspath als Versteinerungsmittel auf. Bei Mollusken ist die Umwandlung in Kalkspath bisweilen derart, dass der Kalkspath nur auf Ein mine-

[1]) Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1858. 74. 95. 98. Vergl. Haidinger. Abh. böhm. Ges. d. Wissensch. 1841. 6. [Klein-Spouwen Oligocän, nicht Kreide.]

ralogisches Individuum bezogen werden kann.[1]) Einzelne Partien in den faserigen oder stengeligen Zusammensetzungsstücken von Inoceramus Cuvieri der Kreide von Meudon fand G. Rose ganz verkieselt,[2]) wie denn häufig neben Kalkkarbonat Kieselsäure als Versteinerungsmittel auftritt und oft später das Kalkkarbonat verdrängt. Suess bemerkt, dass häufig die aus Aragonit bestehenden Reste der Conchylien und Echinodermen verschwunden sind und ihr Dasein nur aus Hohldrücken und Steinkernen ersichtlich ist, während die aus Kalkspath bestehenden Reste unverändert blieben.[3]) Nach Stelzner gilt dasselbe für den sächsischen Pläner und nach Johnstrup für den Faxekalk.[4])

Allein oder mit anderen Karbonaten ist Kalkkarbonat als Versteinerungsmittel von Holz nicht selten. In Araucarienholz der fränkischen Monotiskalke fand Reinsch[5]) a (im einschliessenden Kalk b), in Holz aus Basaltconglomerat des Wolsberges bei Siegburg von der Marck[6]) c, in Pinites Whithami aus Sandstein von Craigleith unfern Edinburgh Walker[6]) d, im Holz „aus vulkanischer Asche des Nordufers von Arran" Wallace Young[8]) e.

	a	b	c	d	e
Kalkkarbonat	80,95	70,24	91,8	50,36	89,16
Magnesiakarbonat	—	8,65	4,8	17,71	1,26
Eisenoxydulkarbonat	—	—	—	24,65	1,06
Manganoxydulkarbonat	—	—	—	—	2,22
Eisenoxyd	13,46	0,37	1,6	—	1,39
Thonerde	—	—	0,4	—	—
Kieselsäure	—	4,46	0,2	} 6,15	—
Kohle	—	—	—		2,44
Wasser	{ 5,54	16,28	2,5		—
Organische Substanz		—	Spur	—	—
	99,95	100	100,8	98,87	97,53
				Unlösliches	2,24
					99,77

Verkalkte Hölzer werden angeführt von Hausdorf, Grafschaft Glatz; aus der Kohlenformation von Löbejün; aus Liaskalk von Boll, Bamberg, Banz. Whitby; von Aidaniel, Krym;[9]) aus Basalttuff von Schlackenwerth[10]) (Aragonit in Kalkspath pseudomorphosirt siehe Paramorphosen); (Leguminosenholz) aus Cementnieren der Insel Sheppey; aus vulkanischem Tuff der Auvergne; aus Braunkohle von Berzhahn,[11]) Nassau u. s. w. Darwin sah am Uspalattapass. Chile, Araucarienstämme in vulkanischem Sandstein in grobkrystallisirten, weissen Kalkspath umgewandelt.[12]) In Bourbonne-les-Bains fand Daubrée

[1]) Blum. Pseudom. I. 156 und ff. — [2]) ib. 81. — [3]) Jahrb. geol. Reichsanst. 11. Verh. 10. 1860. cf. Bronn. Jahrb. Miner. 1841. 141. — [4]) Jahrb. Miner. 1867. 570. — [5]) Jahrb. Miner. 1859. 267. — [6]) Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss Rheinl. und Westf. 1849. 279. Ausserdem kommt dort Holz vor, welches neben Kalkkarbonat reichlich Kieselsäure enthält. — [7]) Berzelius. Jahresber. f. 1835. 408. Aus Edinb. n. phil. J. 18. 363. — [8]) Will. Jahresber. Chem. f. 1866. 968. Aus Chem. news. — [9]) Göppert. Jahrb. geol. Reichsanst. 8. 731. 1857. — [10]) Blum. Pseudom. I. 180. — [11]) ib. II. 125. — [12]) Naturwissenschaftl. Reisen. Uebersetzt von Dieffenbach. II. 99. 1844.

Pfähle aus Rothbuchenholz, welche etwa 8 m unter dem heutigen Boden in Röth eingerammt sind und einen altrömischen Süsswasserkanal tragen, theilweise mit durchsichtigem Kalkspath so vollkommen imprägnirt, dass Salzsäure nur 3,1 pCt. Rückstand hinterliess, in welchem noch Pflanzenstruktur zu erkennen war.[1]) Als Versteinerungsmittel von Holz führt Hausmann Aragonit an aus Basaltconglomerat von Hofgeismar.[2]) Eisenspath, meist mit anderen Karbonaten gemengt, zum Theil mit Eisenoxyd, oft als thoniger Sphaerosiderit, findet sich als Versteinerungsmittel von Hölzern der Steinkohlen- und Braunkohlenformation, aber auch von Mollusken. Fossiles Nadelholz von Atanekerdluk, Grönland, enthielt im Kern 73,2 pCt. Eisenkarbonat, im Durchschnitt a, von der Insel Banksland b nach Wartha.[3])

	a	b	c
Eisenoxydulkarbonat	52,5	34,6	74,55
Kalkkarbonat	6,4	5,7	6,20
Magnesiakarbonat	6,1	—	3,20
Manganoxydulkarbonat	—	2,4	1,20
Eisenoxyd	14,5	40,5	0,20 a
Wasser } Organ. Substanz }	12,2	16,5	Wasser 1,20 / —
Sand	8,3	—	Thon 13,50
	100	99,7	100,05

In einem Süsswasserfossil (wahrscheinlich Unio Urii Fl.) aus Kohlengruben bei Tipton, Staffordshire, fand Phipson[4]) c.

Nach Quenstedt ist in Ammonitenkammern Braunspath häufig,[5]) in denen des schwäbischen Lias α findet sich Strontianit in mehligen Halbkugeln.[6]) Nach Sandberger[7]) erfüllt Strontianit zum grossen Theil die Kammern von Ammonites Murchisonae im Linsenerz von Wasseralfingen.

Auf Bleierzgängen im Kalkstein von Javorzno bei Kielce ist Weissbleierz als Versteinerungsmittel beobachtet von Blöde.[8])

Im Zinkerz des Muschelkalks bei Wiesloch, in den Galmeigruben des Devonkalks bei Iserlohn,[9]) am Herrnberg bei Stolberg und in Tarnowitz[10]) ist Zinkspath als Versteinerungsmittel beobachtet. In Wiesloch sind die Schalen gewöhlich durch Brauneisenocker gefärbt.

In der Höhle bei den Gruben von Udias, span. Provinz Santander, fanden Sullivan und Oreilly Knochen von Elephas primigenius theilweise durch Zinkblüthe vererzt.[11])

[1]) Compt. rend. 81. 1008. 1875. — [2]) Mineralog. II. 1241. — [3]) Jahrb. Miner. 1867. 737 und 739. — [4]) Will. Jahresber. Chem. f. 1865. 906. a. Phosphorsäure. — [5]) Mineralogie. 421. Bitterspath in Whitby. Blum. Pseudom. I. 176. — [6]) Miner. 435. — [7]) Jhb. Miner. 1870. 589. — [8]) Jahrb. Miner. 1834. 638 = Blum. Pseudom. I. 209. — [9]) Blum. Pseudom II. 128 und III. 273. cf. Holzmann. Jahrb. Miner. 1852. 909 und Blum. Jahrb. Miner. 1858. 290. — [10]) Nöggerath. Jahrb. Miner. 1843. 784; Müller in Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 1848. 1240. — [11]) Jahrb. Miner. 1864. 850. Nach Delesse et Laugel (Revue de géol. 3. 176. 1865) enthielten die Knochen von Dolores ausserdem Kalkkarbonat und Phosphate von Zink (bis 15 pCt.) und Kalk.

Im Zechstein von Lehndorf bei Saara, Altenburg, werden die Schalen von Schizodus Schlotheimi Geinitz zum Theil von Malachit gebildet. „Das Petrefakt findet sich meist nur als Kern, um welchen ein Hohlraum das frühere Vorhandensein der Schale zu erkennen giebt. Dieser ist nun stellenweise, der ganzen früheren Dicke der Schale nach, mit Malachit ausgefüllt.“[1]) Breithaupt berichtet über Vorkommen von Malachit, Kupferlasur und Kupferglanz in Form von Holz aus (wahrscheinlich jurassischen) kohlenführenden Mergeln und Sandsteinen zu Angola, Westafrika, in der Karjalinskischen Steppe und zu Sissertsk, Ural.[2])

2. Sulfate.

Der als Versteinerungsmittel nicht häufige Gyps findet sich als solches in den Gypsen des unteren Keupers in Württemberg, besonders bei Myophorien, nach Blum.[3]) Im Gyps von Kchiuta, Ostdaghestan, sah Arzruni Cerithium corallense in Gyps verwandelt.[4]) Als Versteinerungsmittel von Holz (Pinites gypsaceus Göppert) in den Tertiärgypsen von Katscher, Oberschlesien, bei Pavia, in der Braunkohle von Tschermig beobachtet.[5]) In der Schottregion Algeriens werden noch jetzt Stämme und besonders Wurzeln allmählich und von aussen her in Gyps umgewandelt.[6]) Der Sand der Schotts enthält Gyps.

Blum fand im Liassandstein von Beauregard bei Nontron, Dordogne, die Belemniten, Scheide und Alveole, in Schwerspath umgewandelt; meist erfüllt Schwerspath als blättrige Masse das Innnere vollständig. Er sah Belemniten von dort, bei denen der obere Theil der Scheide aus Quarz, der untere aus Schwerspath besteht, so dass der Quarz den Schwerspath verdrängt zu haben scheint.[7]) Nach Rouault[8]) sind die Trilobiten der Bretagne, nach Forchhammer die Tertiärkorallen in Dänemark,[9]) nach Weinkauff[10]) die Conchylien im Barytsandstein des Mainzer Beckens, namentlich Natica glaucinoides Sow., bei Alençon[11]) in rothen sandigen Thonen alle Conchylien in Schwerspath umgewandelt. Die Schale der Ammoniten aus dem Liaskalk von Whitby besteht ganz aus Schwerspath, welcher durch Bitumen bräunlich gefärbt ist; dasselbe beobachtet man, obwohl seltener, bei Ammonites costatus von Banz. Zuweilen ist dort die Barytspathschale mit einer sehr dünnen Lage oder Rinde von Kalkspath bedeckt, so dass es scheint, der Baryt habe nur die inneren Lagen der Ammonitenschale eingenommen. Auch Mollusken finden sich in Banz in Schwerspath umgewandelt. Im Liaskalk von Mistelgau, Franken, ist Schwerspath das Versteinerungsmittel von Holz.[12]) Schwerspathkrystalle finden sich oft in Ammonitenkammern (Whitby, Banz, Altorf), in jurassischen Terebrateln.

[1]) Blum. Pseudom. II. 130. — [2]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 773. Aus Berg- und Hüttenmännischer Zeitung. 1862. 269. — [3]) Pseudom. I. 178. III. 267. — [4]) Jhb. Min. 1875. 50. Nicht plicatum, Berichtigung des Autors. — [5]) Reuss. Umgebungen von Teplitz. 1840. 98. — [6]) Le Chatelier in Delesse et de Lapparent. Revue de géol. XIII. 216. 1877. — [7]) Pseudom. I. 173 und 185. — [8]) Bull. géol. (2) 6. 69. 1849. — [9]) Pogg. Ann. 58. 617. 1843. — [10]) Blum. Pseudom. III. 265. Jahrb. Miner. 1854. 421. — [11]) Bull. géol. (1) 8. 334. 1837. — [12]) Blum. Pseudom. I. 175.

in Alveolen der Belemniten, in Kammern von Nautilus lineatus Sow. (Whitby), in Kieselhölzern des Rothliegenden beobachtet.

In St. Cassian kommt Coelestin als Versteinerungsmittel von Ampullaria vor.[1]) Tombeck sah in Neocomkalk an der Brücke von St. Dizier, Haute-Marne, die Muschelschalen in durchsichtigen Coelestin umgewandelt.[2]) Nicht selten im Innern von Zweischalern, von Echiniten, in Ammonitenkammern (namentlich von A. Parkinsoni)[3]) beobachtet.

Nach d'Orbigny kommen bei Sémur die Schalen von Gryphaea in Bleivitriol umgewandelt vor.[4])

3. Fluoride, Phosphate, Molybdate.

Als Versteinerungsmittel im Kohlenkalk von Derbyshire bei Cyathocrinites, im Rothliegenden von Chemnitz bei Pflanzenstämmen (Calamitea, Psaronius, Tubicaulis, Medullosa), hier oft neben Hornstein, ist Flussspath beobachtet.[5]) Einzelne Vorkommen reichen bis in das Tertiär, wie z. B. beim Jardin des Plantes in Paris.[6]) In Wohnkammern der schwäbischen Liasammoniten nach L. von Buch selten.[7]) Middleton fand im Entosternalbein von Colossochelys Atlas, Sewalik, 11,68 pCt. Flussspath, 64,95 pCt. Kalkphosphat und 22,36 pCt. Kalkkarbonat und ähnliche Mengen Flussspath in den dortigen fossilen Knochen von Säugethieren.[8])

Phipson[9]) fand in fossilem Holz des Grünsandes der Insel Wight (nach Abzug von 2,13 pCt. Eisenoxyd, Kies, 4,40 pCt. Sand u. s. w., neben Spuren von Chlor und Schwefelsäure) Phosphorit, bestehend aus:

Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Fluor	Wasser	Org. Subst.
41,21	1,07	34,70	4,17	11,77	7,08 = 100,00.

Sp. G. 2,71.

Im Holz von Pinus Petrinoi aus Phosphoriteinlagerungen des Grünsandes der Bukowina fand Etti: 67,46 pCt. Kalkphosphat, 9,33 pCt. Fluorcalcium, 13,56 pCt. Kalkkarbonat, 3,26 pCt. Kalksulfat neben organischer Substanz, Wasser, Eisenoxyd u. s. w.[10])

Das gehobene Korallenriff der westindischen Insel Sombrero ist durch die aus der Guanodecke ausgelaugten Phosphate in Phosphorit (mit durchschnittlich 75 pCt. Kalkphosphat) umgewandelt worden. Namentlich bilden die ursprünglich in strahligen weingelben Kalkspath umgewandelten Röhrchen der Solenastrea orbicella Dana jetzt meist hohle Pseudomorphosen von Phosphorit nach strahligem Kalk.[11])

In den Apatitsandsteinen der russischen Kreideformation (Gouvern. Orel,

[1]) ib. 177. — [2]) Bull. géol. (2) 29. 44. 1872. — [3]) Quenstedt. Miner. 453. — [4]) Naumann. Geol. I. 792 — [5]) Blum. Pseudom. I. 178. III. 266. — [6]) Quenstedt. Mineralogie. 462. — [7]) Zs. geol. Ges. 2. 285. 1850. — [8]) Jahrb. Miner. 1844. 815. — [9]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 774. — [10]) Jahrb. geol. Reichsanstalt. 21. 229. 1871. — [11]) Sandberger. Jahrb. Miner. 1864. 631.

Kursk, Tambow) sind Schwämme, Hölzer und Knochen in unreines Kalkphosphat umgewandelt. Als Beispiele mögen die Analysen 1—5 dienen.

1. Schwamm aus Poliwanowo (Kromy, Gouv. Orel). Kostytschew und Marggraf. Strecker. Jahresber. Chem. für 1868. 1030.
2. Schwarzes Holz von Ljubachna (Gouv. Orel).
3. Fossiles Holz von Uschakowka bei Kursk.
4. Schwärzlichgrünes fossiles Holz von Brjänsk (Orel).
5. Knochen, No. 4 begleitend.

Nach Engelhardt, Claus, Latschinow und Kostytschew in Delesse und de Lapparent. Revue de géologie. VII. 321. 1871 (für 1867 und 1868).

Aehnlich wie die angeführten Hölzer ist Holz aus Kreide von Islettes, Dép. de la Meuse, zusammengesetzt (Revue de géol. l. c.).

	1	2	3	4	5	6
Kalk	47,99	52,80	52,80	52,51	50,22	50,47
Magnesia	0,47	0,58	0,45	0,42	0,42	0,62
Phosphorsäure	29,84	33,02	34,25	32,84	31,57	36,57
Fluor	—	—	4,75	—	—	3,31
Schwefelsäure	1,39	—	—	1,55	—	0,58 b
Kohlensäure	6,06	—	—	6,86	5,87	2,42
Eisenoxyd	0,89	—	0,40	0,15 a	0,76	4,90
Unlösl. org. Subst.	0,78	—	—	0,51	0,43	—
Unlös. unorg. Subst.	6,32	0,24	—	—	1,27	—
Hygroskop. Wasser	0,22	Glühv. 2,42	2,70	—	2,56	2,57
	93,96	88,56	95,85	94,84	93,10	101,39

a. Eisenphosphat, b. Quarz.

Die Schalen von Obolus aus untersilurischen Sandsteinen Ehstlands (Reval; Baltischport; Jamburg, O. von Narva, s. 6.) zeigen nach A. Kupffer sehr ähnliche Zusammensetzung, aber die Menge des Quarzes steigt bis auf 78,14 pCt. Concretionen aus Trilobitenschalen des silurischen Glaukonitkalkes vom Laaksberg bei Reval enthalten reichlich Kalkphosphat.[1])

Fossile Knochen sind oft in Eisenphosphat umgewandelt. Fremy[2]) fand in einem Squaluszahn aus dem Crag von Felixtow: Eisenphosphat 72,72, Kalkphosphat 3,39, Magnesiaphosphat 1,60, Kalkkarbonat 19,37, Kieselsäure 0,50, Rest 2,42 = 100. Der Schmelz enthielt 62,05 Eisenphosphat, 24,28 Kalkphosphat, 1,62 Magnesiaphosphat, 8,55 Kalkkarbonat, Rest 3,50.

Blum führt von Mullica Hill, New-Jersey, strahlig blättrigen Vivianit als Versteinerungsmittel von Belemnitenscheiden an. Hie und da ist ein Uebergang in Brauneisenocker zu bemerken.[3]) Oft in Hohlräumen von Versteinerungen beobachtet (z. B. in Kertsch). Fraas fand die Knochen des Aëtosaurus ferratus

[1]) A. Neumann. Jahresber. Chem. f. 1870. 1337. — [2]) Delesse et Laugel. Revue de géol. III. 175. 1865. — [3]) Blum. Pseudom. II. 127.

von Kaltenthal bei Stuttgart in Vivianit umgewandelt, während rother Thoneisenstein alle Hohlräume der Knochen erfüllt.[1] Der Gehalt an Phosphorsäure in den Knochen erklärt die Bildung vollständig. Vivianitbildung auf Säugethierknochen ist in Torfmooren oft beobachtet.

Söchting fand in Bleiberg, Kärnten, Wulfenit als Vererzungsmittel einer Isocardia.[2]

4. Oxyde und Oxydhydrate.

Kieselerde erscheint in Form von Quarz, Hornstein, Chalcedon, Feuerstein, Opal als Versteinerungsmittel. An kalkigen Fossilien, namentlich an Molluskenschalen und Korallen treten häufig concentrisch-ringförmig zusammengesetzte Kieselscheiben, „Kieselringe“ auf, sowohl bei Verkieselung als bei Verkalkung, die vielfach besprochen sind, so von L. v. Buch, Braun, Blum, Petzholdt, d'Archiac. Kalk und Kieselsäure finden sich als Versteinerungsmittel oft nebeneinander. In Ammonitenkammern sind Quarzkrystalle nicht selten. Verkieselte Hölzer, oft mit erhaltener Struktur, sind häufig, besonders im Rothliegenden, der Kohlenformation und im Tertiär. Nach Schmid und Schleiden verkieseln die Hölzer entweder frisch oder erst nach der Umwandlung in Braunkohle. Die Menge der in Kali löslichen Kieselsäure fanden sie von 12—93 pCt. wechselnd, der unlöslichen von $1,_1$—$84,_8$ pCt. Neben Kieselsäure findet sich Thonerde und Eisenoxyd (bis $3,_8$ pCt.), Kalk (bis $1,_9$ pCt.), Magnesia (bis $0,_8$ pCt.), Natron (bis $0,_6$ pCt.). Der Glühverlust steigt bis auf $5,_1$ pCt.[3] Bisweilen lässt sich in braungefärbten Hölzern die Anwesenheit der Cellulose durch blaue Färbung mittelst Jod und Schwefelsäure erkennen.[4] Sogar an lebenden Bäumen (el Cauta, Familie der Chrysobalaneen, auf Trinidad) verkieselt die Rinde in höherem Alter so weit, dass die Wandungen ihrer Zellen nach Ausfüllung des Innern durch Kieselsäure ersetzt werden.[5]

Eichwald[6] fand zu Kamsko-Wolkinsk, Perm, Anomopteris ganz in Eisenkiesel umgewandelt.

Nach Dumas[7] wird im Laboratorium des Bureau de la Garantie in Paris als Probirstein ein verkieseltes dicotyles Holz der Gattung Rosthornia Unger verwandt, für welche Gattung B. Renault den Namen Obryssaxylon vorschlägt. Es enthält nach Mermet und Delachanal a. Das verkieselte Holz des Lough Neagh, Irland (Cypressoxylon Pritchardi Kraus), enthält nach Bischof[8] b, nach Hodges[9] c. In dem am Nordufer von Arran „in vulkanischer Asche“ vorkommenden Holz fand Wallace Young[10] d; in Holz von Colbertia ovata aus Java, f, durch Einwirkung eines Baches versteinert, Oudemans[11] e.

[1]) Jahrb. Miner. 1878. 80. — [2]) Blum. Pseudom. III. 273. — [3]) Jahrb. Miner. 1855. 576. Im Holzopal von Quegstein fand Brandes 10 pCt. Wasser. — [4]) Göppert. Jahrb. geol. Reichsanstalt. 8. 733. 1857. — [5]) ib. 736. — [6]) Jahrb. Miner. 1844. 146 = Blum. Pseudom. II. 125. — [7]) Ann. ch. phys. (5) 6. 269 und ff. 1875. — [8]) Chem. Geol. I. 318. — [9]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1874. 1292. — [10]) Will. Jahresber. Chem. f 1866. 968. — [11]) A. Strecker. Jahresber. Chem. f. 1869. 1251.

	a	b	c	d	e
Kieselsäure	84,40	97,71	89,01	95,30	98,0
Thonerde	5,25	0,54	1,78	1,00	1,3
Eisenoxyd	1,15		0,04		
Magnesia	0,13	—	0,50	Spur	—
Kalk	0,43	—	2,24	0,73	Spur
Natron	1,70	—	—	—	—
Kali	0,69	—	—	—	—
Phosphorsäure	0,05	—	Spur	—	Spur
Schwefel	0,60	—	—	—	—
Wasser	0,70	—	6,50	2,35	0,7
Organ. Substanz	4,65	—			
	99,75	98,25	100,07	99,38	100.

In a enthält die organische Substanz 4,37 Kohlenstoff, 0,09 Wasserstoff, 0,19 Stickstoff. Von Lithion Spur. In b ist 1,10 pCt. Thonerde, 0,95 Kalk, 0,25 pCt. Magnesia als Silikat vorhanden.

Aus Lösungen von Eisenkarbonat kann sich wasserfreies Oxyd bilden, das daher als Vererzungsmittel auftritt. In Thoste bei Saumur, Côte d'or, kommt in einem eisenschüssigen oolithischen Gestein des Lias Cardinia concinna Ag., (Unio liasinus) ganz in späthigen Eisenglanz vererzt vor. Aussen zeigen die Schalen, bei denen die concentrische Streifung der Oberfläche vollständig erhalten ist, einen dünnen Ueberzug von Brauneisenocker, selten ist die Umwandlung in dichten Brauneisen vollständig.[1]) Auch Astarte und Ostrea finden sich dort in Eisenglanz umgewandelt,[2]) in Beauregard ebenfalls Cardinia concinna, Lima gigantea, L. Hermanni u. s. w. Dieselbe Umwandlung findet sich auch in Montigny.[3])

Rotheisenstein ist bei Oberscheld, Nassau, das Vererzungsmittel verschiedener organischer Reste des Devons, wie Goniatiten, Orthoceratiten. Sie kommen in festem Rotheisenstein vor. Innen sind sie zum Theil mit blättriger Kohlenblende erfüllt, oder mit Rotheisen, auch mit Quarz oder mit beiden. Bisweilen ist das Innere hohl, und die Wandungen sind mit Quarzkryställchen oder mit feinen Rotheisenrahmschüppchen bekleidet. Zwischen Grünthal und Regensburg ist ein Pecten des Lagers von rothem Thoneisenstein in etwas ockerigen Rotheisenstein umgewandelt. Bei Ephausen unfern Nagold, Württemberg, fand Zeller Equisetiten durch Rotheisenstein vererzt.[4]) In Brilon bestehen die im kalkhaltigen Eisenstein vorkommenden Versteinerungen nach von Dechen nicht selten aus dichtem Rotheisenstein.[5]) Auch in Hölzern der Braunkohle beobachtet. So von Reuss bei Pollerad, S. von Brüx.[6])

In Voltziaästen aus Buntsandstein von Westhalten (Haut-Rhin), welche

[1]) Blum. Pseudom. I. 203 und 206. cf. Sandberger. Jahrb. Miner. 1845. 176 für Oberscheld. — [2]) Bull. géol. (2) 2. 724. 1845. cf. 11. 268. 1840. — [3]) d'Archiac. Histoire des progrès de la Géologie. VI. 1. 395. 1856. — [4]) Blum. Pseudom. III. 273. — [5]) Karsten und v. Dechen. Archiv für Mineralogie etc. 19. 471. 1845. — [6]) Umgebungen von Teplitz und Bilin. 1840. 115. cf. ib. 98.

die Holzstruktur bewahrt hatten, fand Koechlin-Schlumberger[1]) neben Spuren von Kalk und Phosphorsäure Brauneisen: Eisenoxyd 86,70; Wasser 9,20; Unlösliches 4,05 = 99,95. Bei Dernbach, Nassau, ist Brauneisen häufig Vererzungsmittel von Holz. Es scheint aus Sphaerosiderit entstanden, der dort ebenfalls als Vererzungsmittel auftritt.[2]) Hölzer der Braunkohlen sind oft in Braun- und Thoneisenstein umgewandelt: Friesdorf bei Bonn; Gross-Almerode; Gross-Priesen bei Aussig; Schlackenwerth u. s. w. Im eisenschüssigen Sand der Kreide von Woodstown, New-Jersey, ist ockeriger Brauneisenstein das Versteinerungsmittel von Gryphaea vesicularis Bronn.[3]) Im unteren eisenschüssigen Oolith von St. Quentin, Dép. Isère, sind die Schalen der Ammoniten durch Thoneisenstein ersetzt,[4]) die Muschelschalen in den Tertiärschichten des Samlandes durch Brauneisen.[5])

Nadeleisenerzkrystalle fand Quenstedt (l. c.) in Ammonitenkammern des braunen Jura.

5. Sulfuride.

Eisenkies, zum Theil später in Brauneisenstein umgewandelt, ist ein häufiges Vererzungsmittel, namentlich in Thonen, thonigen Mergeln und Thonschiefern; am häufigsten für Cephalopoden, auch für Pflanzenreste beobachtet. Blum fand an einer Avicula inaequivalvis aus Liaskalk von Malsch, Baden, die Aussenfläche der Schale ganz von Eisenkies gebildet, während die Innenfläche noch aus Kalk bestand. Inoceramus rugosus aus Liaskalk von Whitby, Yorkshire, zeigte 3 Blätterlagen; die unterste und mittlere bestehen aus Eisenkies in Form dünner, glatter, glänzender Bleche, die oberste, dunkelgraue und glanzlose Lage besteht aus Eisenkies mit wenig Kalk. In anderen Fällen ist die Schale der vererzten Organismen ganz aus kleinsten Eisenkieskrystallen gebildet.[6]) Bonissent sah im Departement der Manche in einem Torflager eine Eiche, deren Rinde in Eisenkies umgewandelt war, während das Innere aus zersetztem Holz bestand;[7]) Göppert Stigmaria ficoides der Steinkohlenformation von Malöwka, Gouvernement Tula, in Speerkies umgewandelt.[8])

Heuser fand im Schieferthon am Suerser Brink bei Egisdorf, Deister, Conchylien vollständig in Zinkblende vererzt,[9]) ebenso Sandberger[10]) bei Singhofen Rhynchonella princeps und Pterinea. In Hohlräumen der organischen Reste ist Blende häufiger.

Dufrénoy[11]) fand in Alloue (Dép. Charente) Pecten in Bleiglanz umgewandelt, Blum Avicula antiqua und eine Nucula ähnliche Bivalve aus Zechstein bei Frankenberg, Nucula dubia von Münster aus Keupermergel bei Trappensee unfern Heilbronn,[12]) Sandberger Pleurotomaria in Wissenbach durch

[1]) Delesse et de Lapparent. Revue de géologie. VII. 319. 1871. — [2]) Blum. Pseudom. II. 126. Nach Grandjean. — [3]) Handbuch einer Geschichte der Natur. III. 713. 1843. — [4]) Blum. Pseudom. I. 207. — [5]) Erman und Herter. Zs. geol. Ges. 2. 412. 1850. — [6]) Blum. Pseudom. I. 199. — [7]) Bull. géol. (2) 25. 582. 1868. — [8]) Jahrb. Miner. 1864. 75. — [9]) ib. 1834. 467 = Blum. Pseudom. I. 208. — [10]) ib. 1854. 421 = Blum. Pseudom. III. 273. — [11]) Minér. III. 223. — [12]) Pseudom. I. 208.

Bleiglanz vererzt.[1]) Nach Dumas sind bei le Vigan (Dép. du Gard) die Belemniten des Liaskalkes in der Nähe eines Bleierzganges durch Bleiglanz und Quarz ersetzt.[2]) Blum erhielt aus Amberg in Bleiglanz vererztes Holz, im Querbruch sieht man Bleikarbonat. Göppert fand die Farrnblättchen der Steinkohlenformation bei Zwickau in Bleiglanz umgewandelt. Bisweilen findet sich Bleiglanz im Innern der Versteinerungen, so nach Liebe[3]) in den Höhlungen der Produkten des Zechsteins bei Gera.

Im Zechstein um Frankenberg, Hessen, ist Cupressites Ullmanni Bronn vollständig durch Kupferglanz vererzt. Bisweilen findet sich ein Ueberzug von Malachit, selten von Kupferlasur, bisweilen ist die Umwandlung in beide vollständig.[4]) Breithaupt führt Kupferglanz in Form von Holz aus (wahrscheinlich jurassischen) braunkohlenführenden Mergeln und Sandsteinen aus Angola, Westküste von Afrika, aus der Karjalinskischen Steppe und von Sissertsk, Ural, an.[5]) Kupferkies findet sich in Ammonitenkammern nach Quenstedt selten. Auf den organischen Resten des Kupferschiefers in Mansfeld und Riechelsdorf findet sich Kupferkies und Buntkupfererz, als dünner Ueberzug Gediegen-Kupfer.

Selten, wie bei Holz in Moschellandsberg, ist Zinnober das Versteinerungsmittel; meist als Ueberzug (wie auf Fischresten von Münsterappel, Rheinpfalz) beobachtet.[6])

6. Silikate.

Weisser feinschuppiger Talk findet sich als Versteinerungsmittel von Graptolithen im Voigtland; von Pflanzen in der Schiefergrube Hardt bei Astert, Nassau; bei Oberrossbach im Dillenburgischen;[7]) in der Grauwacke von Liebschwitz; nach Göppert auch am Piesberg bei Osnabrück und im Anthracit von Pittsburg, Pennsylvanien.[8]) Analysen fehlen. Die weisse talkartige Substanz, welche die Pflanzenreste der schwarzen Schiefer von Petit-Coeur, Tarentaise, erhalten hat, besteht nach Terreil (sehr ähnlich wie der nur durch Graphit gefärbte Schiefer) aus:[9])

SiO^2	$\dddot{Al}$	$\dddot{Fe}$	CaO MgO	K^2O	Wasser	
50,00	36,45	0,37	0,45	5,01	7,96	= 100,24.

Diese Zusammensetzung hat mit der des Talkes keine Aehnlichkeit. In den an Graptolithen reichen Thonschiefern des Fichtelgebirges (Eberstadt, Neuhammer) besteht das weiche weissliche Mineral nach Gümbel aus Pyrophyllit[10]) = 58,87 Kieselsäure; 34,87 Thonerde; 5,77 Wasser = 99,51 = $\dddot{Al} + 3\,SiO^2$ + aq.

Nach Blum bestehen die Fiederchen, Blätter und Rinde von Neuropteris

[1]) ib. II. 128. — [2]) Bull. géol. (2) 4. 708. 1846. (Irrthümlich 608 paginirt.) — [3]) Zs. geol. Ges. 7. 416. 1855. — [4]) Blum. Pseudom. I. 211. — [5]) Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1862. 773. — [6]) Blum. Pseudom. I. 212. — [7]) Blum. Pseudom. II. 126 und I. 198. — [8]) Jahrb. geol. Reichsanst. 8. 732. 1857. — [9]) Compt. rend. 53. 120. 1861 = Blum. Pseudom. III. 272. — [10]) Jahrb. Miner. 1869. 83.

Grangeri A. Brugt aus Rothliegendem von Reinsdorf bei Zwickau aus einer chloritartigen Substanz.[1] Volger fand Bivalven und Univalven des Muschelsandsteins von Othmarsiegen bei Lenzburg und zu Würmlos zwischen Zürich und Baden, Aarau, in Chlorit umgewandelt.[2]

Die Glieder von Crinoidenresten des Silurkalkes bei Woodstock, Neu-Braunschweig, fand T. St. Hunt theilweise mit einem Silikat a ausgefüllt; b bildet in Versteinerungen eines Kalkes von Leangedoe, Wales, etwa 3 pCt. der Masse:[3]

	SiO^2	$\ddot{A}l$	FeO	MgO	Na^2O	K^2O	Wasser	
a	$38{,}93$	$28{,}88$	$18{,}86$	$4{,}25$	$0{,}45$	$1{,}69$	$6{,}91$	= 100
b	$35{,}82$	$22{,}66$	$21{,}42$	$6{,}98$	$0{,}67$	$1{,}49$	$11{,}46$	= 100

Der Kalk von Woodstock ist sehr rein, er enthält nur $1{,}35$ pCt. Magnesiakarbonat und $1{,}80$ pCt. Thonerde und Eisenoxyd.

Glaukonit (S. 559) bildet nach Ehrenberg sehr häufig die Steinkerne von Foraminiferen oder Polythalamien.

Absätze durch organische Thätigkeit.

In Süss- und Salzwasser werden durch organische Thätigkeit Absätze gebildet, von denen die ersteren geologisch viel geringere Bedeutung haben. Zu den Süsswasserbildungen gehören die aus Diatomeenpanzern gebildeten Kieselguhre und Polirschiefer, deren reinere Varietäten 90—97 pCt. Kieselsäure neben wechselnden Mengen von Wasser und geringen Quantitäten organischer Substanz, Thonerde, Eisenoxyd, Karbonat von Kalk und Magnesia enthalten.[4] Diese Pygmäen des Pflanzenreiches sind Sammler der Kieselsäure aus deren geringhaltigen Lösungen. Dass Pflanzen Abscheidung des Kalkkarbonates aus dessen Lösungen durch Wegnahme der Kohlensäure bewirken, ist Seite 536 angeführt. Die Asche mancher Süsswasserpflanzen enthält viel Kalkkarbonat. Schulz-Fleeth fand in der Asche von Chara foetida, die bis $68{,}39$ pCt. der trocknen Pflanze ausmacht, $54{,}84$ pCt. Kalk und fast vollständig als Karbonat.[5] Unter den Meeresalgen sind die Lithothamnien (Nulliporen) Kalksammler, in ihren Gliederzellen setzt sich Kalkkarbonat ab. Gümbel fand in Lithothamnium nodosum etwa 84 pCt. Kalk- und $5{,}5$ pCt. Magnesiakarbonat neben wenig Phosphorsäure, etwas Thonerde, Eisen- und Manganoxyd;[6] Damour in Melobesia von Algier etwa 13 pCt. Magnesiakarbonat.[7] Die Asche der Fucusarten enthält, abgesehen von dem überwiegenden Gehalt an Chlor-

[1]) Pseudom. II. 126. Von Naumann als Pinguit oder als demselben ähnliches Mineral bezeichnet. Lehrb. der Geognosie. I. 792. — [2]) Blum. Pseudom. III. 272. — [3]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1871. 1191. — [4]) Bisweilen sind die Panzer mit Eisenkies erfüllt. — [5]) Pogg. Ann. 84. 80. 1851. Mürben Kalktuff, vorzugsweise aus Chararesten bestehend, fand G. Herbst bei Weimar. Jahrb. Miner. 1853. 222. — [6]) Abhandl. Bayer. Akad. d. Wissensch. XI. Abth. 1. 1871. — [7]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chemie für 1851. 865.

natrium und Chlorkalium, reichlich Schwefelsäure, ferner Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Jod und Brom (s. S. 491). Das Verhältniss von Kalk und Magnesia, wie das von Jod und Brom wechselt sehr stark.[1])

Die Panzer der marinen Diatomeen und der Radiolarien, die Nadeln der meisten Schwämme bestehen aus Kieselsäure, die Schale der Foraminiferen aus Kalk. Ob Mollusken und Korallen, die wegen ihrer Menge fast allein in Betracht kommen, ihren Kalkgehalt dem Kalkkarbonat des Meeres entnehmen oder ob sie, wie schon Forchhammer und Horsford aussprachen, das Kalksulfat des Meerwassers zersetzen, gilt als unentschieden. Dass der Gehalt an Magnesiakarbonat, das im Meerwasser nur in sehr geringer Menge (s. S. 519, 525) vorhanden ist, und an Kalkphosphat in den marinen Organismen (s. auch Kreide S. 529) bedeutenden Schwankungen unterliegt, geht aus den folgenden Angaben hervor. Forchhammer[2]) fand in Corallium nobile $2{,}_{132}$; Isis hippuris $6{,}_{362}$; Serpula sp. (Mittelmeer) $7{,}_{614}$; Serpula triquetra (Nordsee) $4{,}_{455}$; Serpula filigrana (Nordsee) $1{,}_{349}$; Terebratula psittacea $0{,}_{457}$; Astraea cellulosa $0{,}_{542}$ pCt. Magnesiakarbonat. Es enthält: 1. Ostrea edulis. 2. Pecten glaber. 3. Cardium tuberculatum. 4. Venus virginea, aus dem Mittelmeer, nach

1—4. Marcel de Serres und Figuier. Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1847 und 1848. 1240.

5. Isis nobilis (Corallium rubrum). Nach Schaper.[3]) Will. Jahresber. Chem. f. 1864. 674. a = $2{,}_{42}$ Natronsulfat; $2{,}_{40}$ Chlormagnesium; $0{,}_{08}$ Thonerde; $0{,}_{96}$ Kieselsäure; $3{,}_{85}$ Wasser.

6. Lingula anatina. Cloez. Kopp und Will. Jahresber. Chem. f. 1859. 642. b = $3{,}_{85}$ Magnesia- und $1{,}_{98}$ Eisenoxydphosphat. Kieselsäure Spur.

	1	2	3	4	5	6
Kalkkarbonat	$93{,}_9$	$96{,}_0$	$97{,}_8$	$96{,}_6$	$83{,}_{43}$	$6{,}_{68}$
Magnesiakarb.	$0{,}_3$	Spur	Spur	Spur	$4{,}_{60}$	—
Kalksulfat	$1{,}_4$	$0{,}_7$	$0{,}_2$	$0{,}_3$	$0{,}_{32}$	—
Kalkphosphat	$0{,}_5$	$0{,}_3$	—	$0{,}_1$	$(9{,}_{71})$a	$42{,}_{29}$
Eisenoxyd	Spur	Spur	Spur	Spur	$0{,}_{88}$	$(5{,}_{83})$b
Org. Substanz	$3{,}_9$	$3{,}_0$	$2{,}_0$	$3{,}_0$	$0{,}_{96}$	$45{,}_{20}$
	100	100	100	100	$99{,}_{90}$	100

Silliman jr. fand in frischen Korallen weniger als 1 pCt. Magnesia[4]) und wies in den riffbauenden Korallen neben organischer Substanz ($2{,}_{11}$ bis $9{,}_{43}$ pCt.) und Kalkkarbonat (97—99 pCt.) geringe Mengen Kieselsäure, Fluorcalcium, Phosphate von Kalk und Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd nach.[5]) In dichtem Korallenkalk (sp. G. $2{,}_{690}$; Härte = $4{,}_{25}$; Bruch splittrig) der gehobenen Insel Matea fand er $61{,}_{93}$ Kalk- und $38{,}_{07}$ pCt. Magnesiakarbonat.[6]) Es muss

[1]) Analysen von E. Marchand und Corenwinder in Will. Jahresber. Chem. f. 1865. 640 und 1866. 703. Fucus digitatus liefert $3{,}_{56}$ pCt. Asche; in letzterer $5{,}_{35}$ pCt. Jod: $0{,}_{77}$ pCt. Brom. Schwefelsäure bis $25{,}_{58}$ pCt., Phosphorsäure bis $3{,}_{05}$ pCt in der Asche der Tange. — [2]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1849. 813. — [3]) Die rothe Farbe ist durch das Eisenoxyd bedingt. — [4]) Liebig und Kopp. Jahresber. Chem. f. 1848. 1291. — [5]) ib. f. 1851. 866. — [6]) ib. f. 1852. 962.

demnach Umstände geben, unter welchen das Gestein aus dem Meerwasser Magnesia aufnimmt, aber über die Entstehung der Dolomite ergiebt sich hierdurch kein weiterer Aufschluss.

B. Mechanische Absätze.

Die festen Theile, welche fliessendes Wasser entweder schwebend mitführt oder auf dem Grunde des Bettes fortbewegt, kommen zur Ruhe, wenn die Stosskraft des Wassers nicht mehr hinreicht die sinkenden oder bereits niedergefallenen Theile wieder in die Höhe zu treiben und den Widerstand der Reibung auf dem Grunde zu überwinden. Flüsse, Bäche, das brandende und fluthende Meer sind daher natürliche Schlämmwerke: nach Gefäll und Stromgeschwindigkeit regelt sich die Grösse dessen, was liegen bleibt oder noch fortbewegt wird.[1]) Je weiter stromabwärts, je feiner werden die Absätze (Sedimente), je runder und kleiner die Geschiebe. Wo die Flüsse durch Seen als erweiterte Betten fliessen, setzen sie das Suspendirte ab, wie die Farbe der Flüsse vor und nach ihrem Austritt aus den Alpenseen zeigt. Wo Flüsse in das Meer eintreten, können dadurch Barren, Sandbänke, Deltas entstehen. Die Gletscherbäche sind trübe, weil sie mit dem durch den Gletscher zermalmten Gestein beladen sind. Dollfuss[2]) fand in der Aar bei ihrem Ausfluss aus dem Aargletscher in 10 000 Theilen $1{,}_{42}$ schwebende Theile. Die Menge des im Flusswasser Suspendirten wechselt in den einzelnen Flüssen je nach Wasserstand, Jahreszeit u. s. w. (s. S. 454 u. f.) sehr bedeutend, die Beschaffenheit je nach dem Flussgebiet (s. Analysen). Für grössere Flüsse wird das auf diese Weise in's Meer Geführte zu sehr beträchtlichen Grössen. Der Mississippi bringt an seiner Mündung im Mittel jährlich 406 Billionen kg Suspendirtes in den Ocean,[3]) in Indien gilt als Mittel 1 Kubikzoll Schlamm für jeden Kubikfuss Wasser.[4]) Der Ganges enthält auf 510 Gewichtstheile Wasser, die Rhone im Delta auf 2500 Gewichtstheile Wasser 1 Gewichtstheil Suspendirtes. Ausser den jetzt noch sich bildenden Absätzen der Flüsse und Binnenseen sind zahlreiche ältere vorhanden: Thon-, Lehm-, Sand-, Geröll-, Schutt-, Kiesablagerungen, die von früheren mächtigen Wasserläufen zeugen.

Schwebende Theile der Flüsse.

Das vom Rhein September 1851 im Delta des Bodensees Abgesetzte enthält nach Bischof I.; das am 24. März 1851 in dem sehr trüben und angeschwollenen Rhein[5]) bei Bonn Suspendirte ($2{,}_{05}$ in 10 000 Theilen Wasser) II.; brauner Thon, der als letzter Rheinabsatz das bei Bonn sich erweiternde Thal[6]) füllt, nach nicht vollständig gelungener Abschlämmung des Quarzsandes III.; das März 1853 in der Weichsel[7]) bei Culm Suspendirte ($0{,}_{682}$ in 10 000 Theilen

[1]) Studer. Phys. Geogr. I. 254. — [2]) Bischof. Chem. Geol. I. 493. — [3]) Dana. Geology. 1863. 643. — [4]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1873. 1235. — [5]) Chem. Geol. I. 498. Am 27. März 1852 nur $0{,}_{173}$ Suspendirtes. — [6]) ib. 507. Nach v. Dechen (Geognost. Führer in das Siebengebirge. 409) wohl dem Thallöss zuzurechnen. — [7]) ib. 515.

Wasser) IV.; das am 5. August 1852 in der Donau[1]) bei Wien Suspendirte (0,9237 in 10 000 Theilen Wasser) V. Im Nilschlamm findet sich nach Horner's Mittheilung[2]) im Mittel von 8 Proben VI. In I., einem feinen grauen Pulver, waren Quarz, Glimmer und schwarze Körnchen zu erkennen, Salzsäure entwickelte ausser Kohlensäure eine Spur Schwefelwasserstoff. Von II. waren in Salzsäure 93,17 pCt. löslich, darunter alle (?) Kieselsäure; von IV. 5,80 pCt.; von V. ausser den Karbonaten 15 pCt., bestehend aus Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd. Es enthielt das Suspendirte:

	Rhein			Weichsel	Donau	Nil.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	50,14	57,63	62,30	49,67	45,02	54,59
Thonerde	4,77	10,75	7,96	11,98	7,83	11,66
Eisenoxyd	2,69	14,42	7,89	11,73	9,16	20,22
Manganoxyd	0,35	Spur	—	—	—	—
Magnesia	0,34	0,24	0,09	0,27	0,42	0,76
Kalk	0,77	2,73	—	0,88	0,34	1,91
Natron	0,54	0,39	2,31*	0,69	—	0,55
Kali	0,55	0,89		1,29	—	0,47
Kalkkarbonat	30,76	—	13,81	—	24,08	3,72
Magnesiakarbonat	1,24	—	0,53	—	6,32	—
Eisenkarbonat	5,20	—	—	—	—	0,25 b
Wasser	0,99	12,95	5,11	23,21	6,83 c	—
Organ. Substanz	1,66 a					5,70
	100	100	100	99,72	100	99,83

a. Verlust; b. Kalksulfat; c. darin die Alkalien.

Löss.

Die Aehnlichkeit des Rheinabsatzes im Delta des Bodensees I. (s. oben) mit Löss hebt schon Bischof hervor. Dass fluviatile Absätze überhaupt aus Löss bestehen können, verneint zwar von Richthofen[3]) entschieden: „Es liesse sich noch weiter ausführen, wie keine Theorie, welche die Entstehung des Löss durch Absatz aus Wasser annimmt, — für die wesentlichen Eigenschaften des Löss eine Erklärung zu geben vermag;"[4]) allein schon die von ihm selbst angeführte, vollkommene Erhaltung der zarten Landschneckenschalen, welche sicher auf nicht weiten und nicht gefahrvollen Transport deutet, lässt neben vielen andern, hier nicht zu erörternden Gründen den Absatz des Löss aus Süsswasser als einzige Möglichkeit erscheinen; der Absatz aus dem Meere ist durch die Abwesenheit aller marinen Organismen ausgeschlossen. Die Mergelconcretionen des Löss erklären sich aus dem Gehalt an Kalkkarbonat, das, wie die folgenden Analysen zeigen, entweder niemals überall vorhanden war oder ausgelaugt

[1]) ib. 512. — [2]) ib. 521. Dort noch mehrere zum Theil sehr abweichende Analysen von Nilschlamm. — [3]) China. Bd. I. 167. 1877. — [4]) ib. 168.

wurde. Von den zahlreichen Analysen des Löss mögen nur folgende angeführt werden:

1. Nördlingen, zwischen der Marienhöhe und dem Todtenberg; a. Unterste gelbe Lage; b. höhere, röthliche, sandige Lage.
   Röthe. Gümbel. Münch. Akad. Ber. 1870. 1. 198.
2. Kapelle am Spiess bei Ems.
3. Heidingsfeld bei Würzburg.
4. Mauer, Elsenzthal, Baden.
   Wicke. A. Strecker. Jahresber. f. Chem. 1869. 1276.
5. Siebengebirge. Zwischen Oberdollendorf und Heisterbach.
   Kjerulf. Bischof. Chem. Geol. I. 504.
6. Zwischen Bonn und Ippendorf.
   A. Bischof ib.

	1a	1b	2	3	4	5	6
Kieselsäure	61,17	66,07	64,28	54,51	52,38	58,97	62,43
Thonerde	12,88	12,90	8,57	7,77	6,60	9,97	7,51
Eisenoxyd	3,90	5,27	6,38	4,57	2,75	4,25	5,14
Magnesia	1,20	1,61	2,20	0,42	1,91	0,04	0,21
Kalk	1,48	2,60	1,09	0,80	0,41	0,02	—
Natron } Kali	2,74 a	0,59 a	—	0,91	1,27	0,84	1,75*
Kali			2,00	1,21	1,22	1,11	
Kalkkarbonat	9,50	—	13,05	24,96	29,29	20,16	17,63
Magnesiakarbonat	—	—	—	3,78	1,97	4,21	3,02
Wasser	7,13	10,96	0,80 b	0,72 b	0,81 b	1,37 c	2,31 c
Phosphorsäure	—	—	0,15	0,14	0,41	—	—
	100	100	98,52	99,79	99,02	100,94	100

a. Alkali, Phosphorsäure, Sand, Verlust. b. Wasser und organische Substanz. c. Glühverlust. Unlöslich in Salzsäure in 2 = 71,95; 3 = 62,17; von 4 = 56,40 pCt.

Die Zusammensetzung des Löss variirt, wie die Analysen zeigen, bedeutend: namentlich sind bald Karbonate von Kalk und Magnesia vorhanden, bald nicht. Krocker fand im Löss von 7 Fundorten zwischen Mainz und Worms 12,8 bis 36 pCt. Kalkkarbonat, 0—3,2 pCt. Magnesiakarbonat; v. Hauer im Löss von Pitten, Niederösterreich, 30,68 Kalk- und 12,33 pCt. Magnesiakarbonat.[1]) Der unter 5 liegende Löss enthält nach Bischof's Analyse (l. c.) keine Karbonate, aber 32,6 pCt. eisenhaltige Quarzkörner und sehr kleine silberweisse Glimmerblättchen.

Absätze des Meeres.

Die Absätze der heutigen Meere sind thonig, sandig bis sandigkalkig, kalkig. Der Kalkgehalt rührt vorzugsweise von zertrümmerten Schalen der Organismen her, steigt in der Nähe der kalkreichen Küsten, wie bei Gottland, kann aber

[1]) Bischof. Chem. Geol. I. 504.

auf sehr geringe Mengen fallen. Bei Landsort, Schweden, in 50—60 Faden Tiefe beträgt er nur 0,44 pCt., bei Skagen in 110 Faden Tiefe 9,5 pCt., auf dem Grunde der Rhede von Saint-Vincent, Cap Vert, 85,30 pCt. Ausser diesen weit verbreiteten Absätzen finden sich örtliche von Glaukonit (S. 559), so wie eisen- und manganreiche Concretionen. Absätze, welche vorzugsweise aus Kieselsäurepanzern bestehen, kommen nur sparsam vor. Ein Salzabsatz findet sich nach dem früher Mitgetheilten nirgend.

Hunter[1]) fand in weissem Tiefseeschlamm aus 2435 Faden Tiefe 47° 38′ N. Br. und 12° 8′ W. L. (SSW. von Irland), der viele meist aus Kalk, zum Theil aus Kieselsäure gebildete Schalen unter dem Mikroskop zeigte, I.; D. Forbes[2]) in Schlamm aus 1443 Faden 55° 11′ N. Br. und 11° 31′ W. L. (NW. von Irland) II. nach Abzug von 7,48 pCt. Chlornatrium und löslicher Salze. Kieselsäure, Eisenoxyd und die phosphorsäurehaltige Thonerde waren in Säure löslich. Sharples[3]) fand in Schlamm vom Grunde des Golfstroms zwischen Cuba und Florida III., L. Périer[4]) im sandigen braunen Meeresabsatz am Cap St.-Jacques, Cochinchina, IV.

	I.	II.	III.	VI.
Kalkkarbonat	61,34	54,17	85,62	7,30
Magnesiakarbonat	4,00	—	4,26	Spur
Kieselsäure	23,34	5,45	1,52	—
Thonerde	5,35	1,44	—	—
Eisenoxyd	5,91	2,34	0,31	—
Kalkphosphat	—	—	0,18	—
Organ. Substanz	nicht. best.	4,54	{ 8,15	3,00
Wasser	—	3,13		4,50
Feiner Sand	—	28,93	—	80,20
	99,94	100	100,04	5,00 Thon
				100.

Gümbel untersuchte den aus 2350 Faden Tiefe des Atlantischen Oceans (29° 36′ 54″ N. Br. und 18° 19′ 48″ W. L.) stammenden Tiefseeschlamm. Durch Schlämmen zerlegte er den bei 100° getrockneten Schlamm in 3 Theile: der erste, 10 pCt. betragend, bestand aus Foraminiferen und grösseren Organismen. zum grössten Theil aus Globigerinen; der zweite (1,3 pCt.) war feiner schwerer Bodensatz, vorzugsweise von unorganischen Bestandtheilen (Quarz, Glimmer, Magneteisen u. s. w.) und Fragmenten von Kalkschalen der Conchylien; die Analyse des dritten Theiles, des feinsten Schlammes (88,7 pCt.), ergab Folgendes. Verdünnte Salzsäure löste 63,96 pCt. A., der Rest, 36,04 pCt., wog bei 100° getrocknet 33,60, verlor beim Glühen 3,03, und lieferte dann B. C ist B auf 100 berechnet. A + B liefert D.

[1]) Proc. R. Soc. 18. 428. 1870. (Vergl. Mahoni. Jahresber. Chem. f. 1870. 1381.) — [2]) ib. 490. — [3]) A. Naumann. Jahresber. Chem. f. 1871. 1223. — [4]) Delesse et de Lapparent. Revue de géol. XII. 56. 1876.

	A	B	C	D
Kalkkarbonat	59,65	—	—	59,65
Magnesiakarb.	1,44	—	—	1,44
Kieselsäure	0,30	20,60	67,21	20,90
Thonerde	1,30	5,76	18,79	11,35 (Thonerde u. Eisenoxyd)
Eisenoxyd	1,00	3,29	10,73	
Kalk	0,26	0,60	1,96	
Phosphorsäure	0,01	—	—	1,27 (Kalk, Phosphorsäure, Magnesia u. Alkali)
Magnesia u. Alkali	—	0,40	1,31	
	63,96	30,65	100	Org. Subst. 3,05
Verlust u. Wasser				2,34
				100

Man sieht wie wenig diese Zusammensetzung mit der der Kreide (s. S. 539) übereinstimmt. Der grosse Gehalt an Kieselsäure (20,90 pCt.) rührt hauptsächlich von Diatomeen, Radiolarien und Kieselschwammnadeln her.[1])

Zwischen Japan und den Sandwichsinseln ist der Meeresboden (2740 bis 3125 Faden Tiefe) mit unreinbraunen, concentrisch schaligen Knollen, rothem Schlamm und Bimsteinfragmenten bedeckt. Letztere bilden oft den Kern der eisen- und manganreichen Knollen, in denen Schwager fand: Eisenoxyd 27,46; Mangansuperoxyd 23,60; Kieselsäure 16,03; Titansäure 0,66; Thonerde 10,21; Magnesia 0,18; Kalk 0,92; Natron 2,36; Kali 0,40; Wasser 17,82; Chlor 0,94; Schwefelsäure 0,48; Kohlensäure 0,05; Phosphorsäure, Kupfer-, Nickel-, Kobaltoxyd, Baryt 0,07 = 101,18. Gümbel nimmt an, dass bei Bildung dieser Knollen untermeerische Quellen thätig waren.[2])

[1]) Jahrb. Miner. 1870. 762. — [2]) Sitzungsber. Bayer. Akad. d. Wissensch. 1878. 206 = Jahrb. Miner. 1878. 869.

REGISTER.

